

Humboldt-Universität zu Berlin

DISSERTATION

**Untersuchungen zu Kriterien der Standort-
und Gehölzauswahl bei extensiven
Anpflanzungen von Obstbäumen**

Zur Erlangung des Doktorgrades des akademischen Grades
doctor rerum horticulturnarum (Dr. rer. hort.)

eingereicht an der
Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät
der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Diplom-Gartenbauingenieur Hilmar Schwärzel
geb. am 18.12.1958 in Bernburg

Dekan der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät:

Prof. Dr. Dr. h. c. Ernst Lindemann

Gutachter: 1. Herr Prof. Jesch
 2. Herr Prof. Thomas
 3. Herr Dr. Ebert

eingereicht: 07.07.2000

Datum der Promotion: 25.09.2000

1	Einleitung und Zielstellung.....	3
2	Stand der Kenntnisse.....	5
3	Material und Methodik	7
3.1	Material.....	7
3.1.1	Klimadaten.....	7
3.1.2	Obstgehölze für dendrochronologische Untersuchungen.....	8
3.1.3	Stammumfänge von hochstämmigen Obstbäumen.....	10
3.1.4	Apfelsorten auf der Klonunterlage A2	12
3.2	Methodik	13
3.2.1	Klimadaten.....	13
3.2.2	Lebensdauer und -zeiträume von Obstbäumen aus alten Alleen.....	14
3.2.3	Analyse der vegetativen Leistung von Bäumen aus Obstalleen.....	15
3.2.4	Vegetative und generative Leistung von Apfelsorten auf der Klonunterlage A2	15
4	Ergebnisse.....	16
4.1	Klimadaten.....	16
4.1.1	Gradsummen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur.....	16
4.1.2	Niederschlagsverteilung	17
4.1.3	Variabilität ausgewählter Klimafaktoren von 1894 bis 1997.....	19
4.2	Analyse der Zuwachsleistung von 32 Obstgehölzen	22
4.2.1	Stammumfänge, Erfassungsjahre und –zeiträume.....	22
4.2.2	Ausgleich der winterfrost- und alternanzbedingten Wuchsdepressionen	29
4.2.3	Standortabhängigkeit der Zuwachsleistung.....	36
4.3	Beeinflussung der Wuchsleistung von Kernobsthochstämmen durch Leitbodenformen und Bodenarten	44
4.3.1	Verteilung der Bodenwasserverhältnisse.....	44
4.4	Variabilität von Apfelbäumen auf der Unterlage A2	59
4.4.1	Variabilität der vegetativen und generativen Leistung.....	59
4.4.2	Wechselwirkung von vegetativer und generativer Leistung.....	64
4.4.3	Witterung und Zuwachsleistung	65
5	Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen	66
6	Empfehlungen für weitere Untersuchungen.....	72
7	Zusammenfassung.....	73
8	Literaturverzeichnis	73
	Kartenmaterial:.....	76
	Verzeichnis der Tabellen.....	76
	Verzeichnis der Abbildungen.....	78
	Verzeichnis der Abkürzungen	84
	Anlage 1	86
	Anlage 2	88
	Eidesstattliche Erklärung	91
	Danksagung	91

1 Einleitung und Zielstellung

Die Erhaltung der pflanzengenetischen Ressourcen ist eine nationale Aufgabe. Sie ist Bestandteil der internationalen Bemühungen zur Erhaltung der Artenvielfalt und zur Verminderung der genetischen Erosion. Aus der weltweit zunehmenden Vernichtung von Lebensräumen zahlreicher Pflanzen- und Tierarten durch Umweltverschmutzung ergibt sich die Verpflichtung zur Erhaltung von unzerstörten Landschafts- und Lebensräumen.

Diese können ihrer Funktion nur gerecht werden, wenn sie als Ökosystem, als Einheit von Biotop und Biozönose, eine ausreichende räumliche und zeitliche Ausdehnung erfahren (HERRMANN und PLAKOLM 1991). Ein Beispiel bilden die Streuobstbestände. Der Reichtum an Pflanzen- und Tierarten, wie er in intakten Streuobstbeständen anzutreffen ist, basiert auf der natürlichen Entwicklung von Obstgehölzen und Beiflora sowie der extensiven Bestandespflege. Eine Bestandesdauer von mehreren Jahrzehnten, in Ausnahmefällen Jahrhunderten, führt zum Aufbau relativ stabiler Lebensgemeinschaften. Durch die Besiedelung unterschiedlicher Biotope bilden sich, zum Teil räumlich stark begrenzte, individuell verschiedene Lebensgemeinschaften heraus (RÜBLINGER 1988, SCHWÄRZEL und SCHWÄRZEL 1999).

Es bestehen unterschiedliche Möglichkeiten der Anlage und Nutzung extensiver Obstbestände. Streuobstwiesen, Obstäcker, Wegbegleitpflanzungen, Solitärgehölze, Bauern- und Liebhabergärten können bei sorgfältigem Schutz mittelfristig dem Verlust an genetischer Vielfalt entgegenwirken. Ein hoher ökologischer und landschaftsästhetischer Wert wird durch die Erhaltung aller Formen von extensiven Obstgehölzpflanzungen erreicht. In den modernen, großflächigen Agrarlandschaften gewinnt die Verbund- und Vernetzungsfunktion von Streuobstelementen eine besondere Bedeutung (BLAICH 1994).

Aus der Vielzahl positiver Effekte, die mit der Erhaltung von Streuobstbeständen aus ökologischer Sicht bestehen, leitet sich die Verpflichtung zur nachhaltigen Sicherung der Biotope und der Schaffung von Ergänzungspflanzungen ab.

Die Bewertung der Altersstruktur von mehr als 10.000 hochstämmigen Apfelbäumen im Land Brandenburg macht die altersbedingte Gefährdung der Bestände besonders deutlich. Gehölze in der Altersgruppe von 0-25 Jahren waren nicht enthalten, ca. 25 % der Gehölze waren 25- 50 Jahre alt und mit 75 % war der größte Teil älter als 50 Jahre.

Die extensiven Obstbestände wurden sehr stark vernachlässigt. Der Anteil sachgerecht geschnittener Bäume betrug 4 %. Obstbäume der Alleen erhielten nur Schnitteingriffe zur Herstellung des Lichtraumprofils (25 % des Bestandes). Ca. 70 % der Bäume wurden seit mehr als zehn Jahren nicht mehr geschnitten (SCHWÄRZEL und SCHWÄRZEL 1999). Die Baumstreifen wurden nicht gepflegt, so dass sich bei einem Viertel der Bestände verschiedene Baumarten und Sträucher auf natürliche Weise ansiedeln konnten. Legt man die Inventur des Jahres 1900 über den Obstbaumbestand in der Provinz Brandenburg (GOETHE 1908) zu Grunde, ist eine Wiederherstellung dieser vielfältigen Verwendung und Nutzung von Obstbäumen nicht erreichbar. Sie würde für einen Zeitraum von 50 Jahren Neu- und Ergänzungspflanzungen von jährlich 250.000-300.000 Obstbäumen erfordern. Gegenwärtig erscheint eine Größenordnung von 3-5 % bei der Umsetzung realistisch. Die Sanierung und Neuanlage extensiver Obstpflanzungen setzt Kenntnisse über den Standort und die Beeinflussung der Obstbäume durch die Standortfaktoren voraus. Die

Standortverhältnisse können nicht mit einer Größe beschrieben werden. Die einzelnen Faktoren wirken im Komplex und sind durch Wechselwirkungen gekennzeichnet (Abb. 1)

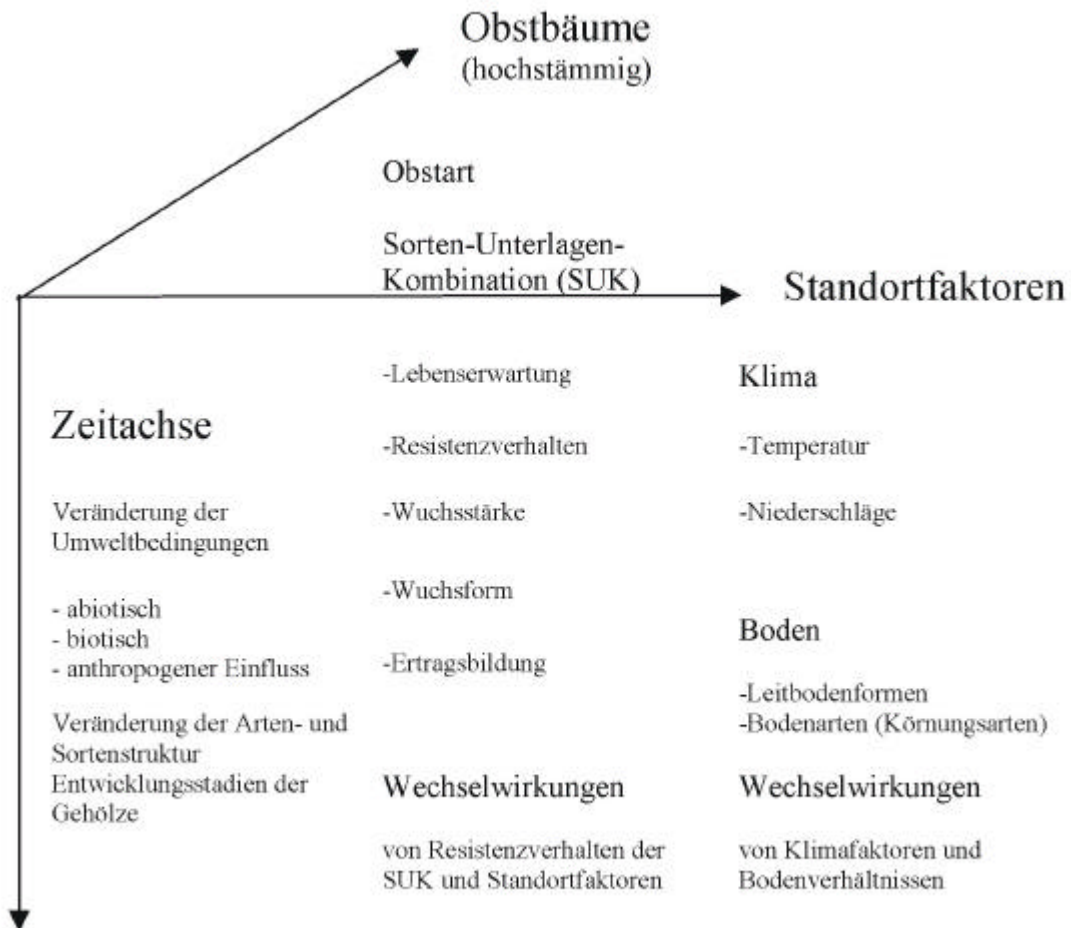


Abb. 1: Einflussfaktoren und Wechselwirkungen auf die Entwicklung extensiver Obstbäume

Aus der Vielzahl von Einflussgrößen auf die Entwicklung der Gehölze und den Wechselwirkungen leitet sich die Zielstellung der Arbeit ab. Ausgehend von den Klimadaten während der letzten 100 Jahre wurde die Untersuchung der Zusammenhänge von Witterungserscheinungen und der Entwicklung der Gehölze notwendig. Da geeignete Methoden zur Beschreibung von klimatischen Extremwerten für den Obstbau nicht oder nur bedingt vorhanden waren, mussten diese weiterentwickelt werden. Die Nutzbarkeit dieser theoretischen Größen zur Beschreibung der Reaktionen der Obstbäume konnte nur durch dendrochronologische Untersuchungen überprüft werden. Wesentliche Bedingungen für die Bewertung des Einflusses von Witterungserscheinungen auf die Entwicklung der Bäume waren, dass die Bäume aufgrund ihres Alters möglichst viele klimatische Extremwerte überlebt hatten und die Boden- und Bodenwasserverhältnisse den Standorten zugeordnet werden konnten. Da für dendrochronologische Untersuchungen nur relativ wenige tote Bäume zur Verfügung standen und lebende Bäume nicht gefällt wurden, musste für die Untersuchung des Einflusses der Boden- und Bodenwasserverhältnisse auf die Entwicklung der Bäume wegen des Auftretens von Diluvial- und Alluvialstandorten im Untersuchungsgebiet und der

starken Inhomogenität der Diluvialstandorte ein umfangreicher Bestand an extensiven Obstgehölzen bewertet werden.

Die jährlichen Schwankungen der Zuwachsleistungen bei den dendrochronologisch untersuchten Bäumen konnten nur zum Teil mit Witterungserscheinungen erklärt werden. Um den Einfluss der Sorten und die Variabilität der Einzelbäume zu untersuchen, wurde für 33 alte Apfelsorten, mit je zwei Bäumen auf der Unterlage A2, das Ertragsverhalten während der ersten 12 Standjahre analysiert.

2 Stand der Kenntnisse

In der aktuellen Literatur wird die Optimierung der Standort- und Sortenwahl vorrangig aus der Sicht des Erwerbsobstbaus dargestellt und diskutiert. Die Verwendung schwach- bis mittelstarkwachsender Unterlagen und eine hohe Pflegeintensität gehören zum Standard (FRIEDRICH 1993, FISCHER 1995). Die Verwendung alter Obstsorten für den extensiven Anbau wird nur ungenügend dargestellt. Für zahlreiche alte Sorten wird eine Wertung der Wuchsstärke der Gehölze vorgenommen, ohne die Standortverhältnisse, die zu dieser Wuchsleistung geführt haben, zu charakterisieren (SILBEREISEN 1989). Die Kenntnis alter Sorten ist ungenügend, Verwechslungen und Falschdarstellungen von Sorten häufig (SCHURICHT und SCHWÄRZEL 1998). Die Verallgemeinerung von Einzelbeobachtungen zur Wuchsleistung von Obstgehölzen führt ohne Berücksichtigung der Standortverhältnisse zu Fehleinschätzungen. Formulierungen wie „Der Baum wächst in jungen Jahren schwach und aufrecht, im Alter stark mit breiter Krone“ (FISCHER 1995) können im Einzelfall durch Standortuntersuchungen erklärt, aber nicht allgemein zur Charakterisierung des Wuchsverhaltens einer Sorte herangezogen werden.

Detaillierte Aussagen zu den Standortansprüchen der Obstarten und Sorten- Unterlagen-Kombinationen sowie zum Einfluss einzelner Standortkomponenten auf das Wachstum der Gehölze im extensiven Anbau finden sich in der älteren Literatur.

Während die wissenschaftlichen Untersuchungen von POENICKE und SCHMIDT (1950) und HILKENBÄUMER (1948) eine Verallgemeinerung gestatten, basieren die Ergebnisse in der Literatur vor 1900 auf Einzelbeobachtungen. Die zum Teil sehr genauen Beschreibungen der Bodenprofile bis zwei Meter Tiefe und die Erläuterung des obstbaulichen Wertes der Standorte sind heute praktisch kaum nutzbar, da sie vor jeder Pflanzung ähnliche Profilgruben und weitere Untersuchungen zur Bewertung der Standortverhältnisse erfordern würden. Die Inhomogenität der Böden an Diluvialstandorten würde außerdem eine Vielzahl von Profilgruben auf relativ kleinem Raum erfordern.

Eine Zuordnung der Gehölzstandorte zu aktuellen bodenkundlichen Karten und die Bewertung der Entwicklung der Gehölze ermöglichen Schlussfolgerungen für künftige Pflanzungen.

Die von POENICKE und SCHMIDT (1950) herausgestellte Beziehung zwischen dem Wachstum der Obstgehölze und den am Standort vorhandenen krautigen und holzigen Zeigerpflanzen ist besonders hervorzuheben. HILKENBÄUMER (1948) konnte im Gegensatz zu GOETHE (1908) und BECHTLE (1908) auf die Ergebnisse der Reichsbodenschätzung zurückgreifen. Er definierte Anbaugrenzen für die einzelnen Obstarten anhand von Bodenzahlen und verknüpfte diese mit der Anbauwürdigkeit landwirtschaftlicher Kulturen. Eine standortspezifische Wertung der Entwicklungschancen von Obstgehölzen und die Festlegung von Anbaugrenzen unter Berücksichtigung der Klima- und Bodenverhältnisse fehlen. Wertvolle Einzelinformationen, welche über die Zusammenfassung des Kenntnisstandes durch HILKENBÄUMER (1948) hinausgehen,

finden sich in der älteren Literatur. BÖTTNER (1913) legte Grundforderungen für das „Gedeihen“ hochstämmiger Obstgehölze fest und wies auf den negativen Einfluss zu hoher Schnittintensität hin. GOETHE (1908) hatte erkannt, dass die Bewertung der Standorte für den Obstanbau eine genaue Bodenansprache erfordert. Er übernahm für die obstbauliche Standortbewertung das von HARZARD (1908) entwickelte Schema zur Einteilung des Bodens in zehn „Bodengattungen“ für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen. GOETHE (1908) ordnete diesen unter Berücksichtigung der Wasserversorgung und der Erwärmbarkeit die Obstarten zu. Er analysierte den Schichtaufbau von 18 Bodenprofilen bis zwei Meter Tiefe und sprach Empfehlungen für die zweckmäßig zu verwendenden Obstarten aus. BECHTLE (1908) setzte sich intensiv mit den Bodenarten, der Bodenmächtigkeit, der Nährstoffversorgung sowie den Wechselwirkungen zwischen Boden, Klima und Pflegeintensität auseinander. Er leitete daraus spezielle Obstarten- und Sortenempfehlungen ab. GRESSENT (1894) gab für den Anbau der einzelnen Obstarten spezielle Bodenarten an, ohne näher auf diese einzugehen. Die Ausführungen zur Anzuchtdauer der Gehölze, fünf bis sieben Jahre, zu den verwendeten Gehölzunterlagen und den jeweiligen Sorten können als Orientierung für die Altersbestimmung einzelner Alleen dienen. Zahlreiche Sorten wurden nur während weniger Jahre in Sortimenten und Baumschulkatalogen geführt und gelangten in dieser Zeit zur Anpflanzung (KÖNIGLICHE LANDESBAUMSCHULE POTSDAM 1823/ 24, 1827/ 1828, 1828/ 29, 1842/ 43, 1855/ 56, LAUCHE 1893, BECHTLE 1908, SCHWÄRZEL und SCHWÄRZEL 1999). SAUERACKER (1901) wies ebenso die Verwendung von fünf bis sieben Jahre alten Gehölzen bei den Pflanzungen aus, gab aber auch die teilweise Verwendung sehr starker Pflanzware, Stämme bis Armstärke, an. Er wies auf die Auswahl von Standort angepassten Samenspenderbäumen für Unterlagen hin, neben Holzäpfeln und Holzbirnen wurden gesunde, starkwachsende Wirtschaftssorten als Samenspender verwendet. LUCAS (1887) ging nur auf geeignete Standorte ein, bewertete aber die unterschiedliche Reaktion der Obstarten und zum Teil der Sorten gegenüber stauender Nässe. Bei RUBENS (1846) dienten Zeigerpflanzen (landwirtschaftliche Kulturen) zur Bewertung der obstbaulichen Standorteignung. Für die Einschätzung des möglichen Apfelanbaus bezog er sich auf die Eignung des Bodens für den Roggenanbau, nach HARZARD (1908) jedoch „keine dürrtigen Roggenböden“, sondern „mittlere Weizenböden“. SCHILLER (1794) teilte die Böden in drei Gruppen und bewertete ihren obstbaulichen Wert. In dem speziellen Sortenteil, mit welchem er die Beschreibungen von KNOOP (1758) ergänzte, ging er auf Standort bezogene Besonderheiten der Sorten ein. Besondere Beachtung verdient auch hier der Hinweis auf die Verwendung von „Holz- Apfel Stämmeln“ als Unterlagengehölze in dieser Zeit. Die Richtigkeit der Empfehlungen des 19. Jahrhunderts zur Standort- und Gehölzauswahl bei extensiven Obstanpflanzungen wurde bisher nicht überprüft. Der Nachweis des Überlebens zahlreicher alter Sorten in unterschiedlichen Regionen des Landes Brandenburg wurde 1999 durch SCHWÄRZEL und SCHWÄRZEL erbracht. Für die zum Teil 200 jährigen Bestände im Land Brandenburg liegen keine dendrochronologischen Untersuchungen vor. Ebenso konnten in der Literatur keine für extensive Obstgehölze nachgewiesen werden.

Erste Ergebnisse zu Obstgehölzen stammten von ABBASS (1972). Er wies an 22 jährigen Apfelbäumen mehrerer Sorten-Unterlagen-Kombinationen spezielle, ertragsabhängige Stammzuwachskurven nach. Die Variabilität der einzelnen Gehölze in der Zuwachsleistung und Ertragsbildung war sehr groß. Eine Synchronisation der Ertragsverläufe war auch bei genetisch identischen Sorten-Unterlagen-Kombinationen und einheitlichen Standortverhältnissen nicht oder nur zum Teil gegeben. Wuchsdepressionen als Reaktionen der Gehölze auf hohe Erträge waren sortenspezifisch. Die durchschnittlichen Jahrringbreiten erreichten mit 0,9-8,5 mm zum Teil die zehnfachen Werte der forstlichen Gehölze (ABBASS 1972, PILGER 1951). Da sich die

Untersuchungen von ABBASS (1972) auf jährlich stark gedüngte Versuchsanlagen bezogen (Düngermengen je Jahr: 100-120 kg N, 100 kg P₂O₅ und 145 kg K₂O), waren die Ergebnisse nicht auf den extensiven Obstanbau übertragbar.

Die Beeinflussung der Zuwachsleistung von Gehölzen durch klimatische Einflüsse (Temperaturverläufe, Höhe und Verteilung der Niederschläge) wurde in den forstlichen Dendrochronologien bei Tanne, Fichte, Kiefer, Eibe, Lärche, Buche und Eiche nachgewiesen (PILGER 1951, WAZNY 1990, HÜSKEN 1994). Die negative Wirkung der Winterkälte auf die Obstbäume wurde durch RUDORF, SCHMIDT und ROMBACH (1942) Deutschland weit nach dem obstbaulichen Schadwinter 1939/ 40 untersucht. Sie unterschieden mehrere Schadstufen getrennt nach Herkunftsregionen, dem Alter der Bäume, den Obstarten und Sorten, den Gehölzunterlagen, den Erziehungsformen der Bäume, den vorjährigen Ertragsleistungen und der Düngung. Neben Bäumen ohne Holzschäden traten solche mit teilweiser und vollständiger Schädigung auf. Als Schäden an überlebenden Bäumen wurden Kambiumverfärbungen, unterschiedliche Schadstufen am einjährigen Holz, Stammschäden und Verluste ganzer Kronenbereiche unterschieden (HILKENBÄUMER 1940). Für die nachfolgenden Schadwinter, z. B. 1953/ 54 und 1955/ 56 fehlten zentrale Statistiken, die Auswirkungen wurden in erster Linie in obstbaulichen Versuchen erfasst und analysiert (KEMMER und STECKEL 1958, KRAUSE 1960). Aus den Untersuchungen des Schadwinters 1955/ 56 von KEMMER und STECKEL (1958) war bekannt, dass geschädigte Gehölze in Abhängigkeit von den Umwelt- und Pflegebedingungen die Schäden unterschiedlich überwandten. Bei einem Teil der Bäume, die bei der ersten Bewertung als ungeschädigt eingestuft wurden, traten Folgeschäden bis hin zum Absterben auf (Schädigung der Unterlage). Die starken Reaktionen der Obstbäume auf strenge Winter ermöglichten die Nutzung als Negativweiserjahre. Die Eignung der obstbaulichen Schadwinter der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts 1928/ 29, 1939/ 40, 1941/ 42 und 1955/ 56 für die Zuordnung der Lebenszeiträume der Obstbäume und der Kältesummen wurde überprüft.

3 Material und Methodik

3.1 *Material*

3.1.1 Klimadaten

Die Basis für die Analyse der Klimafaktoren bildeten die Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres (Winterfrostgrade) und die Verteilung der Niederschläge nach Monaten. Die Summen der Winterfrostgrade von 1767 bis 1947 stammen von der Meteorologischen Station Berlin Dahlem und wurden aus KEMMER und SCHULZ (1952) entnommen. Für die Berechnung der Gradsummen ab 1948 wurden die Werte des Deutschen Wetterdienstes Potsdam genutzt. Die Ergänzung der Berliner Klimareihen mit den Potsdamer Daten und die Übertragbarkeit auf das Untersuchungsgebiet sind durch die Analysen von HEYER (1962) gegeben.

Die monatlichen Niederschlagsmengen der Jahre 1893-1997 beruhen auf Messungen des Deutschen Wetterdienstes Potsdam und dienten der Bestimmung der Niederschlagsmengen je Vegetationsperiode, Winterhalb-, Kalender- und Bezugsjahr.

3.1.2 Obstgehölze für dendrochronologische Untersuchungen

In dem Untersuchungsgebiet wurden in Obstalleen bzw. Streuobstbeständen 32 tote Obstbäume mit intakten Stämmen ausgewählt. Das Erfassungsgebiet liegt im Landkreis Märkisch-Oderland. Es befindet sich im küstenfernen Bereich des Binnentieflandes mit überwiegend kontinentalem Einfluss. Bei einer mittleren Höhenlage von 80 m ist das umliegende Flachhügel- und Plattenland durch Platten, Flachrücken, Hügel und Ebenen sowie dazwischen befindlichen Niederungen gekennzeichnet (Tab.1 HEYER 1962, Deutscher Wetterdienst Potsdam 1998).

Tab. 1: Klimazonen des Landes Brandenburg

Klima- zonen	Charakteristik der Klimaräume (nach HEYER 1962)
A	Niederungsklima Oderbruch, Jahressummen der Niederschlagshöhe unter 480 mm, ausgeprägte Jahresgänge von Lufttemperatur und Niederschlag
B	Niederungsklima Landesmitte, Jahressummen der Niederschlagshöhe unter 480-540 mm, ausgeprägte Jahresgänge von Lufttemperatur im Osten stark, sonst schwach, des Niederschlages im Oderbereich und in höheren Lagen stark, sonst schwach
C	Niederungsklima des Nordens und der mittleren Höhenlagen des Südwestens und Südens, Jahressummen der Niederschlagshöhe unter 540-600 mm, schwach ausgeprägte Jahresgänge
D	Klimalagen des Nordwestens und Südostens und besonderer Staulagen des Nordens, Jahressummen der Niederschlagshöhe unter 600-660 mm, außer bei Niederschlag im Südosten schwach ausgeprägte Jahresgänge
E	Niederschlagsreiches Klima des Südostens und besonderer Staulagen des Nordens, Jahressumme der Niederschlagshöhe 660-720 mm, starker Jahresgang der Lufttemperatur (außer Norden), schwacher des Niederschlages

Die bodenkundliche Charakterisierung der Fundstandorte geht aus Tab. 2 hervor.

Tab. 2: Bodenkundliche Charakterisierung der Standorte von 32 Obstgehölzen

(nach: Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR und Reichsbodenschätzung)

Gehölz	Kartierungseinheit	Leitbodenformen	Wasser-verhältnisse	Bodenarten	durchschnittliche Bodenzahlen
Pflaume	D 3a-3	Bändersand- Braunerde mit Tieflehm- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	IS Mo a4	36-29
Süßkirsche 1	D 3b-1	Tieflehm-Fahlerde mit Sand- Braungley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	IS 3D	42-35
Apfel, Batzlow 4	D 3a-3	Bändersand- Braunerde mit Tieflehm- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	IS Mo a4	36-29
Apfel, k 77-79	D 4a-2	Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	SI 4D	34-28
Zwetsche	D 3a-1	Sand- Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	SI 4D	34-28
Birne 1	D 3a-1	Sand- Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	SI 4D	34-28
Apfel J	D 3a-1	Sand- Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	SI 4D	34-28
Apfel, Batzlow 1	D 3a-3	Bändersand- Braunerde mit Tieflehm- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	IS Mo a4	36-29
Gehölz	Kartierungseinheit	Leitbodenformen	Wasser-verhältnisse	Bodenarten	durchschnittliche Bodenzahlen
Apfel, c 85/-86	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37
Apfel, Batzlow 3	D 3a-3	Bändersand- Braunerde mit Tieflehm- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	IS Mo a4	36-29
Apfel, Batzlow 2	D 3a-1	Sand- Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	SI 4D	34-28
Apfel, Batzlow (1)	D 3a-3	Bändersand- Braunerde mit Tieflehm- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	IS Mo a4	36-29
Apfel, a (1)	D 2a-1	Sand- Braunerde	vernässungsfrei	S 4D	26-21
Apfel, c 124	D 2a-1	Sand- Braunerde	vernässungsfrei	S 4D	26-21
Apfel, A 1	D 4a-2	Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	SI 4D	34-28
Apfel, c 131	D 3a-1	Sand- Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	SI 4D	34-28
Apfel, c 77	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37
Süßkirsche 2	D 4a-2	Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	SI 4D	34-28
Apfel, A- 300	D 3a-1	Sand- Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	SI 4D	34-28
Birne, 3	D 3a-3	Bändersand- Braunerde mit Tieflehm- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	IS Mo a4	36-29
Apfel, A 2	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37
Apfel, A 298	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37
Apfel, K 3	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37
Birne 2	AI 2b-4	Ton- Amphigley	vorwiegend Grundwasser, 10 - 6 dm unter Flur; teilweise Staunässe	IS 3A1	53-46
Apfel, Wilmersdorf 3	D 3a-3	Bändersand- Braunerde mit Tieflehm- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	SI 4D	34-28
Apfel, Wilmersdorf 4	D 3a-3	Bändersand- Braunerde mit Tieflehm- Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe	SI 4D	34-28

Apfel, f (4)	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 3D	42-35
Apfel, K 1	D 4a-1	Tieflehm- Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37
Apfel, f (1)	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37
Apfel, f (2)	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37
Apfel, f (3)	D 3a-1	Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	SI 4D	34-28
Apfel, f (85)	D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei	IS 4D	43-37

Von diesen 32 Gehölzen wurden in dem Bereich von 0,40-1,00 m über dem Boden Stammscheiben entnommen und aufbereitet. Je Stammquerschnitt wurde für drei Radien die jährliche Zuwachsleistung mit einer Genauigkeit von 1/ 10 mm gemessen und die mittlere Zuwachsleistung an Stammumfang und Stammquerschnittsfläche errechnet.

Die Auszählung der Jahresringe und die Erfassung der jährlichen Zuwachsleistung an Stammradien wurden nach Einweisung und zum Teil mit technischer Unterstützung der Landesanstalt für Forstwirtschaft Eberswalde durchgeführt (LÜCK 1996). Eine Unterscheidung von Früh- und Spätholz erfolgte nicht.

3.1.3 Stammumfänge von hochstämmigen Obstbäumen

Für die individuellen Gehölzstandorte von 2.391 hochstämmigen Obstbäumen wurden aus dem Kartenmaterial der Reichsbodenschätzung und der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung der DDR die durchschnittlichen Bodenzahlen und die Boden-Bodenwasserverhältnisse zugeordnet. Dazu wurden innerhalb der Alleen die Gehölzstandorte exakt mit dem Laufgrad vermessen und die Standorte auf das jeweilige Kartenmaterial übertragen (Tab. 3).

Tab. 3: Standorte und Anzahl der untersuchten Obstgehölze

		Obstarten und Anzahl Gehölze				
Alleen	Schlüssel	Apfel	Birne	Kirsche	Walnuss	gesamt
Müncheberg-Trebnitz, Gemarkung Müncheberg	A	223	11	13	0	247
Müncheberg-Trebnitz, Gemarkung Trebnitz	A 2	68	0	0	0	68
Seelow-Werbig	L	130	0	0	0	130
Zechin-Golzow	Q	4	274	0	0	278
Golzow-Genschmar	R	226	0	5	0	231
Genschmar-Gorgast	S	104	135	0	18	257
Gorgast-Golzow	T	145	182	0	0	327
Neurosenthal-Letschin	X	131	147	0	0	278
Steinhöfel-Fürstenwalde	Zaf	189	0	0	0	189
Müncheberg-Tempelberg	Zc	122	1	0	0	123
Müncheberg-Eggersdorf	Zd	87	50	15	0	152
Gölsdorf-Tempelberg	Zf	109	2	0	0	111
Gesamtergebnis		1538	802	33	18	2391

Die Alleen L, Zaf, Zc, Zd und Zf befinden sich auf diluvialen Sand- und Tieflehmstandorten. Diese zählen zu den sandigen Ackerbaugebieten der mittleren Bezirke der ehemaligen DDR (Eignungsgebiete und Standortgruppen der DDR, MÜLLER 1989). Die Allee L liegt in der Klimazone A (Niederungsklima Oderbruch, Jahressummen der Niederschlagshöhe unter 480 mm, ausgeprägte Jahresgänge von Lufttemperatur und Niederschlag, HEYER 1962). Die Alleen Zaf, Zc, Zd und Zf gehören in die Klimazone B (Niederungsklima Landesmitte, Jahressummen der Niederschlagshöhe unter 480-540 mm, ausgeprägte Jahresgänge von Lufttemperatur im Osten stark, sonst schwach, des Niederschlages im Oderbereich und in höheren Lagen stark, sonst schwach)

Die Alleen Q, R, S, T und X verlaufen durch Auentonstandorte. Sie gehören zu den fruchtbarsten Ackerbaugebieten und werden denen der Börde und des Thüringer Beckens gleichgesetzt. Unterschiede zu diesen Anbaugebieten resultieren aus der Wasserbeeinflussung der Auenstandorte. Klimatisch sind sie der Klimazone A, dem Niederungsklima des Oderbruchs, zuzuordnen.

Die Bodenverhältnisse an den Baumstandorten sind sehr inhomogen, es treten 19 verschiedene Leitbodenformen auf. Die durchschnittlichen Bodenzahlen liegen an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten zwischen 12 und 51, an Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten zwischen 24 und 79 (Tab. 4).

Tab. 4: Kartierungseinheiten, Leitbodenformen und Wasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet der Obstalleepen (aus: Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR)

Kartierungs-einheiten	Leitbodenformen	Wasserverhältnisse
AI 2c-1	Sandgley, z.T. tonunterlagert	vorwiegend Grundwasser, 15-10 dm unter Flur
AI 2a-1	Decklehm-Gley und Sand-Gley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur
AI 2a-2	Decklehm-Gley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur
AI 2b-1	Ton-Amphigley, z.T. sandüberlagert	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur; teilweise Staunässe
AI 2b-2	Ton-Amphigley und Deckton-Gley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur
AI 2b-3	Lehmkerf-Amphigley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur; teilweise Staunässe
AI 2b-4	Ton-Amphigley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur; teilweise Staunässe
D 1a-1	Sand-Rosterde	vernässungsfrei
D 2a-1	Sand-Braunerde	vernässungsfrei
D 2b-2	Bändersand-Braunerde und Sand-Anmoor	teilweise vernässungsfrei, 20-40 % Flächenanteil Grundwasser
D 2b-4	Sand-Gley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur
D 3a-1	Sand- Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei
D 3a-3	Bändersand-Braunerde mit Tieflehm-Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe
D 3a-4	Sand-Rosterde, Lehm-Parabraunerde, Kolluvialsand	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe oder Grundwasser
D 3b-1	Tieflehm-Fahlerde mit Sand-Braungley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe
D 4a-1	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei
D 4a-2	Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand-Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe
D 4a-3	Lehm-Parabraunerde, Tieflehm-Fahlerde, Kolluvialsand	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe oder Grundwasser
D 5a-2	Lehm und Tieflehm der Platten und Hügel	mit vernässten Hohlformen

3.1.4 Apfelsorten auf der Klonunterlage A2

Für die Bewertung des Einflusses von Sorten auf die Ausprägung der vegetativen Leistung müssen weitere Faktoren, wie Klima, Boden- und Bodenwasserverhältnisse, Standalter der Gehölze, Unterlageneinfluss und Pflegeintensität berücksichtigt und wenn möglich einzeln betrachtet werden. Diese Bedingungen werden in etablierten hochstämmigen Gehölzpflanzungen nicht erfüllt. Deshalb wurden unter gleichen Standortbedingungen an 33 alten Sorten auf der starkwachsenden

Apfelunterlage A2 Untersuchungen vorgenommen. Die Bäume befinden sich in dem Sortimentsgarten Müncheberg der Landesanstalt für Gartenbau des Landes Brandenburg. Die Untersuchungen der vegetativen und generativen Leistung beziehen sich auf die ersten 12 Standjahre. Der Standort ist Grund- bzw. Stauwasser fern, die Leitbodenform ist D 4a-1, Tieflehm- Fahlerde, vernässungsfrei, die Bodenart ist SI 4D, lehmiger Sand, die Bodenzahlen liegen bei 34-28. Eine Zusatzbewässerung erfolgt nicht.

3.2 Methodik

3.2.1 Klimadaten

Die negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres (151 Tage) wurden unter Nutzung der HELLMANN' schen Methode (HELLMANN 1917) errechnet (KEMMER und SCHULZ 1952). Die Basis der Klimadaten bildeten die Werte der Station des Deutschen Wetterdienstes Potsdam. Die Niederschläge von 1893-1997 wurden analog den Temperaturwerten in Niederschläge von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres und ergänzend in Niederschläge von April bis Oktober des Kalenderjahres gegliedert. Für den Zeitraum vom 01. November des Vorjahres bis 31. Oktober des Kalenderjahres wurde der Begriff „Bezugsjahr“ eingeführt (Tab. 5).

Tab. 5: Gliederung der Niederschläge innerhalb des Bezugsjahres

	Niederschlagsmengen der Bezugsjahre (November des Vorjahres bis Oktober des Kalenderjahres)	
Zeitspannen	Vegetationsruhe November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres	Vegetationsperiode April bis Oktober des Kalenderjahres

Die Niederschlagsmengen während der Vegetationsperioden und die Gradsummen der vorangegangenen Winterhalbjahre wurden für weitere Analysen genutzt.

Es wurde ein Klima- Index gebildet, der geeignet ist, die Beziehungen zwischen kalten Wintern und nachfolgenden niederschlagsarmen Vegetationsperioden zu verdeutlichen.

Klimaindex = Summen der Niederschläge von April bis Oktober des Kalenderjahres (mm)

Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperaturen von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres (° C)

Die Mittelwerte der Niederschläge von April bis Oktober des Kalenderjahres betrugen von 1894-1997 ca. 380 mm (DEUTSCHER WETTERDIENST POTSDAM 1998). Als Grenze für obstbauliche Schadwinter wurden Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperaturen von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres mit ca. 360° C definiert (KEMMER und

SCHULZ 1952). Die Formel für die Berechnung des Klimaindexes wurde so erstellt, dass alle Jahre mit obstbaulich bedeutsamen Schadwintern und mit geringen Niederschlägen von April bis Oktober in ihrer kombinierten Wirkung auf die Obstbäume beschrieben werden konnten. In Jahren mit Erreichen der mittleren Niederschlagsmengen von April bis Oktober und des Grenzwertes der Wintertemperaturen der obstbaulichen Schadwinter beträgt der Klimaindex ca. 1,1. Dieser Wert wird ebenfalls erreicht, wenn in Jahren mit mittleren negativen Gradsummen während der Wintermonate (180° C) die Summen der Niederschläge von April bis Oktober unter 200 mm absinken (extreme Dürrejahre).

3.2.2 Lebensdauer und -zeiträume von Obstbäumen aus alten Alleen

Die visuelle Erkennung von Weiserjahren wird in forstlichen dendrochronologischen Untersuchungen von SCHWEINGRUBER et al. (1991) beschrieben. Ein Ereignisjahr wird zu einem Weiserjahr, wenn mindestens 40 % der Einzelkurven der untersuchten Gehölze eines Erfassungsgebietes sich gleichgerichtet verhalten. Basierend auf den Kenntnissen der obstbaulichen Schadwinter konnten durch den Vergleich der Zuwachskurven mit den Gradsummen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur (November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres) diese Zuwachskurven den Kalenderjahren visuell zugeordnet werden. Zentrale Bedeutung für die Zuordnung der Lebenszeiträume hatten die obstbaulichen Schadwinter 1928/ 29, 1939/ 40, 1941/ 42, 1953/ 54 und 1955/ 56 und die in den forstlichen Dendrochronologien als extreme Trockenjahre ausgewiesenen negativen Weiserjahre 1911 und 1976 (KEMMER und SCHULZ 1952, PILGER 1951, HÜSKEN 1994).

Nach Zuordnung der kalendarischen Lebenszeiträume unter Nutzung der Weiserjahre wurde ein Ausgleich der winterfrostbedingten Wuchsdepressionen vorgenommen.

Die Abhängigkeit der jährlichen Zuwachsleistung der Radien (Umfang) vom Standalter wurde mit Regressionsanalysen überprüft. (RASCH 1983, SPSS 1995).

Die Bewertung der Beziehungen zwischen Zuwachsleistung und Standortfaktoren erfolgte anhand des Merkmals Stammquerschnittsfläche. Die Zuwachsleistungen der Bäume nach den Schadwintern wurde durch den Mittelwert der Zuwachsleistungen des vorangegangenen und des nachfolgenden Jahres ersetzt. Die niederschlagsabhängigen Wuchsdepressionen wurden wegen der bestehenden Wechselwirkungen zu den Bodenwasserverhältnissen am Gehölzstandort (PILGER 1951, WAZNY 1990) nicht eliminiert.

Ein weiteres, wesentliches Problem bei der Bewertung der jährlichen Zuwachsleistung von Obstgehölzen stellen die von ABBASS (1972) nachgewiesenen, ertragsbedingten Schwankungen dar. Sie können, auf den maximalen Zuwachs bezogen, mehr als 50 % der Schwankungen ausmachen.

Unabhängig von den Sorten bestehen spezifische Alternanzzyklen bei den Einzelbäumen. Ein Ausgleich der jährlichen Schwankungen in den Zuwachskurven erfolgte abweichend zu forstlichen Untersuchungen nicht mit fünf oder elf Jahren (HÜSKEN 1994) sondern durch die Berechnung der dreijährigen gleitenden Mittelwerte. Wesentliche Gründe waren die geringere Anzahl von Erfassungsjahren je Baum und die Berücksichtigung der unterschiedlichen Alternanzzyklen, welche als zwei- und mehrjährig beschrieben wurden (KOLOC 1967)

3.2.3 Analyse der vegetativen Leistung von Bäumen aus Obstalleen

Die Bewertung der vegetativen Leistung der Obstbäume erfolgte für das Merkmal Stammquerschnittsfläche. Diese wurde näherungsweise als Kreisfläche aus den gemessenen Stammumfängen (u) nach der Formel $A = \frac{1}{4} * u^2 / \pi$ berechnet.

Die Gehölzstandorte wurden entsprechend der unterschiedlichen Bewertungsmodelle Reichbodenschätzung (Angabe der Bodenarten, Zustandsstufen und Bodenzahlen) und Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR (Bodenwasserverhältnisse, Leitbodenformen) gegliedert. Mit Varianzanalysen wurde überprüft, ob die Bodenarten bzw. Leitbodenformen einen Einfluss auf die Ausbildung der Stammquerschnittsflächen ausübten. Diese Berechnungen erfolgten sortenrein in den Alleen R, T, Zaf, T und Q sowie für mehrere Sorten nach Altersstufen getrennt in den Alleen Q und Zf. Bei gesicherten Einflüssen wurden Mittelwertvergleiche mit dem student Newman-Keuls Test, Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %, durchgeführt. Der Einfluss von Kombinationspaaren aus Leitbodenform und Bodenarten auf die Größe der Stammquerschnittsflächen wurde nach der gleichen Methode überprüft (RASCH 1983, SPSS 1995).

3.2.4 Vegetative und generative Leistung von Apfelsorten auf der Klonunterlage A2

Die Bewertung der vegetativen Leistung der Obstbäume erfolgte ebenso wie bei den Alleebäumen für das Merkmal Stammquerschnittsfläche und wurde nach der Formel

$A = \frac{1}{4} * u^2 / \pi$ berechnet. Für je einen Baum der Sorten 'Landsberger Renette' und 'Coulon Renette' wurde die jährliche Zuwachsleistung der Stammradien durch dendrochronologische Untersuchungen gemessen und die Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche berechnet. Die Wechselwirkungen von jährlicher Ertragsleistung und Stammzuwachs wurde bei Apfel- und Birnbäumen von ABBASS (1972) nachgewiesen. In Jahren mit hohen Erträgen reagierten die Bäume mit einer Verminderung der Jahrringbreiten. Die Alternanzkurven in der Ertragsbildung konnten mit entgegengesetzten Reaktionen für die Zuwachsleistung nachgewiesen werden. Zur Veranschaulichung der Variabilität dieses Merkmals bei den alten Apfelsorten wurde die Ertragsbildung von 33 Sorten auf der Unterlage A2 untersucht. Da je Sorte nur zwei Bäume zur Verfügung standen, erfolgte keine separate Bewertung der Sorten. Der Bestand wurde nach den Sortenmittelwerten der Merkmale Stammquerschnittsfläche und spezifischer Ertrag sortiert und in drei Gruppen mit je elf Sorten geteilt. Mit Varianzanalysen wurde geprüft ob sich die Mittelwerte der jeweils unteren, mittleren und oberen Gruppe unterschieden. Die anschließenden Mittelwertvergleiche wurden mit dem student Newman-Keuls Test, Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %, durchgeführt.

Die statistischen Berechnungen wurden mit dem Programm SPSS ausgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Klimadaten

4.1.1 Gradsummen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur

Auf Arbeiten von KEMMER und SCHULZ (1952) aufbauend, wurden die Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres (151 Tage) für die Jahre 1748-1997 ergänzt (Abb. 2).

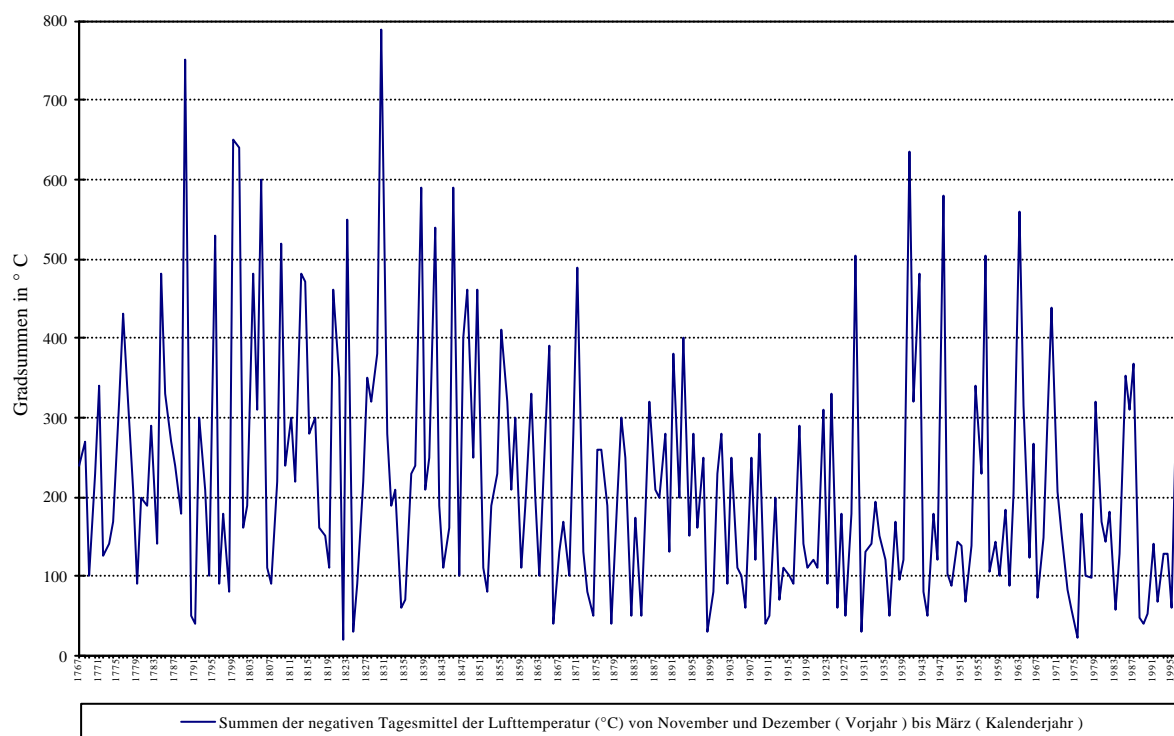


Abb. 2: Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres von 1767-1997

Der Kurvenverlauf für die Gradsummen von 1767-1997 zeigt starke Jahresschwankungen. Erfolgt eine Gliederung in Teilzeiträume von je 77 Jahren, so konnten in diesen unterschiedliche Häufigkeiten strenger Winter (negative Gradsummen über 360 °C nach HELLMANN 1917) und unterschiedliche Mittelwerte ausgewiesen werden (Tab. 6). Der Mittelwert der Zeitspanne von 1767-1843 unterschied sich statistisch gesichert von den nachfolgenden Zeiträumen. Die Zeiträume 1921-1997 und 1844-1920 waren in ihren Mittelwerten nahezu gleich. Diese Zeitspannen zeigten aber eine unterschiedliche Anzahl strenger und sehr strenger Winter auf. In der Zeitspanne von

1921-1997 traten fünf Winter mit negativen Gradsummen über 500 °C auf. Solche sehr strengen Winter wurden während der 77 vorangegangenen Jahre nicht festgestellt.

Tab. 6: Mittelwertvergleiche der Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres für 3 Teilzeiträume, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

negative Gradsummen mean in °C	Zeiträume	1921-1997	1844-1920	1767-1843
187,8	1921-1997			
200,7	1844-1920			
273,6	1767-1843	*	*	

* statistisch gesicherte Unterschiede

4.1.2 Niederschlagsverteilung

Die monatlichen Niederschlagssummen der Jahre 1893-1997 wurden nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Es bestanden wesentliche Unterschiede zwischen den Niederschlagsmengen der Kalender- und Bezugsjahre. Jahre mit starken Abweichungen sind 1919/20, 1927/28, 1946/47, 1948/49 und 1974/75.

Durch die Zuordnung der Werte für November und Dezember zu „Bezugsjahren“ traten Jahre mit weniger als 450 mm Niederschlag und Vegetationsperioden (Niederschlagssummen von April bis Oktober) mit Niederschlagssummen unter 250 mm deutlicher hervor (Abb. 3).

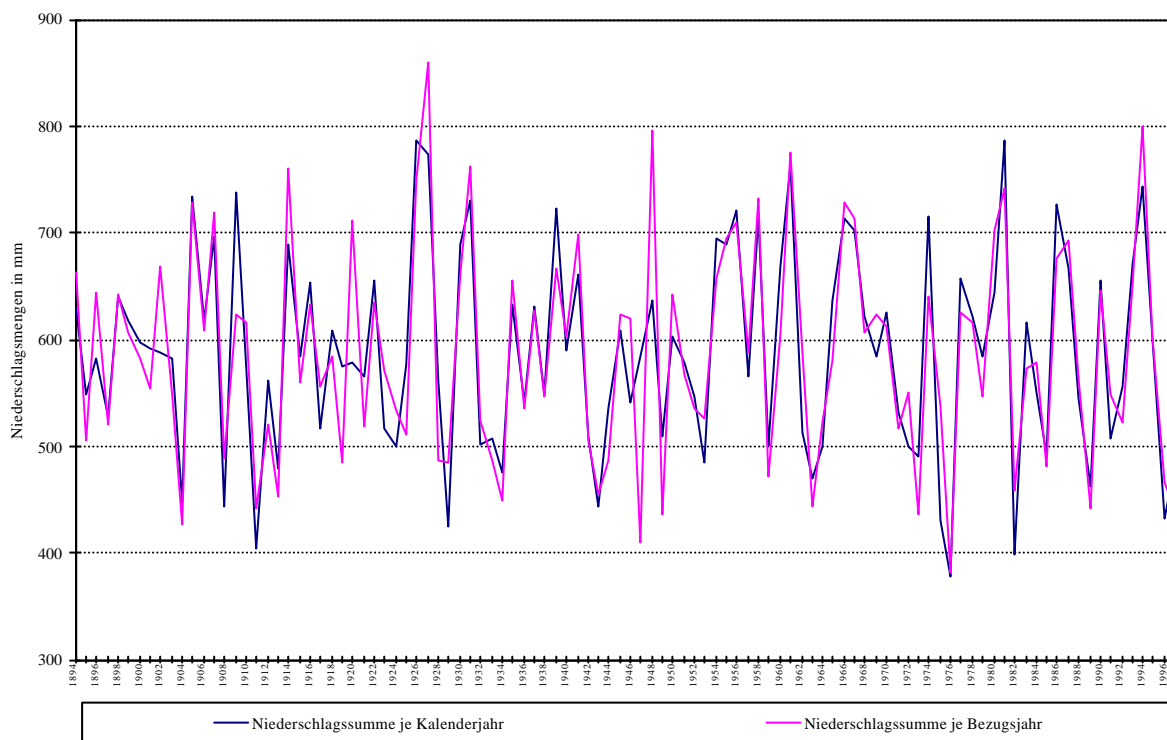
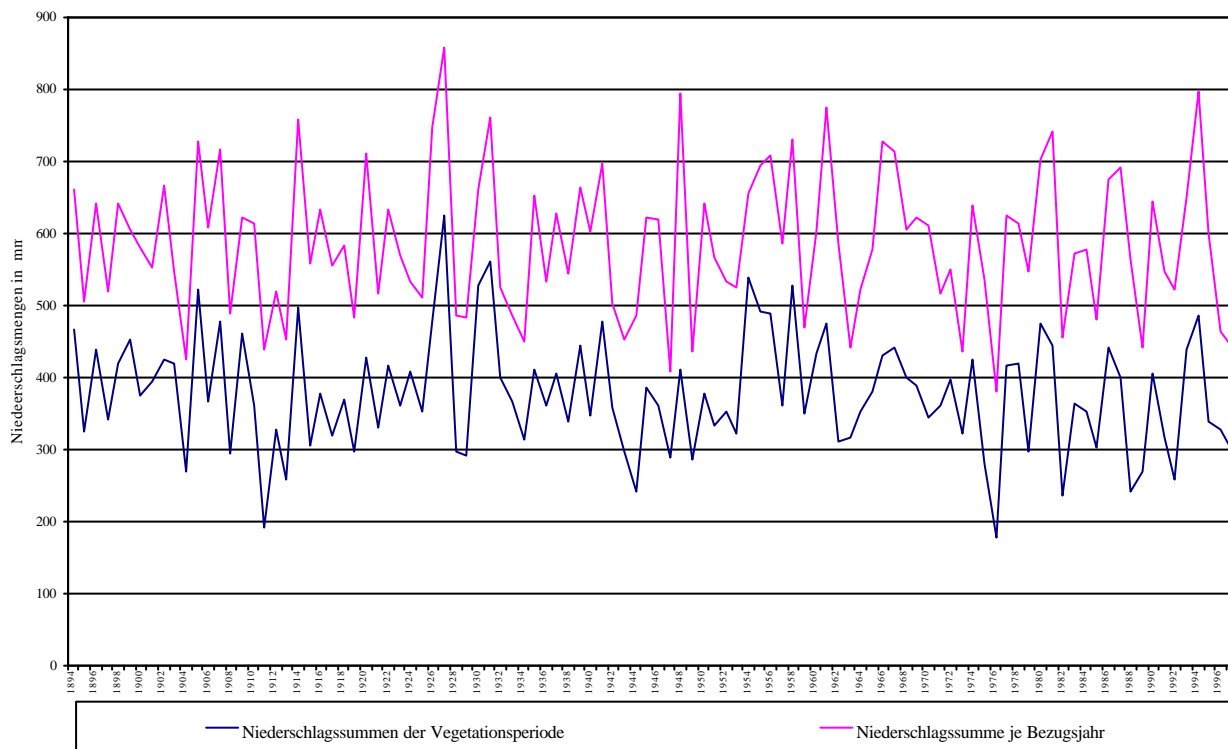


Abb. 3: Niederschlagssummen je Kalender- und Bezugsjahr von 1893 bis 1997

Die Gesamtmittelwerte für die Niederschlagsmengen während der Vegetationsperiode bzw. des Bezugjahres betrugen im gesamten Erfassungszeitraum 378,4 mm und 587,6 mm. Im Mittel erwies sich die Niederschlagssumme im Bezugsjahr um 209 mm höher als in der Vegetationsperiode. Die Niederschläge je Bezugsjahr wurden durchschnittlich zu ca. zwei Dritteln von den Niederschlägen in der Vegetationsperiode bestimmt (Abb. 4).

Abb. 4: Niederschlagssummen während der Vegetationsperioden bzw. der Bezugsjahre von 1894 bis 1997



4.1.3 Variabilität ausgewählter Klimafaktoren von 1894 bis 1997

Durch den Verlauf einzelner Klimakomponenten über mehrere Jahrzehnte konnte die Reaktion von Obstgehölzen nur bedingt erklärt werden. Es traten Überlagerungen von Einzelwirkungen auf, so dass Zusammenhänge nur ungenügend zu erkennen waren. In Abb. 5 wurden die negativen Gradsummen und Niederschlagssummen während der Vegetationsperioden von 1894 bis 1997 dargestellt.

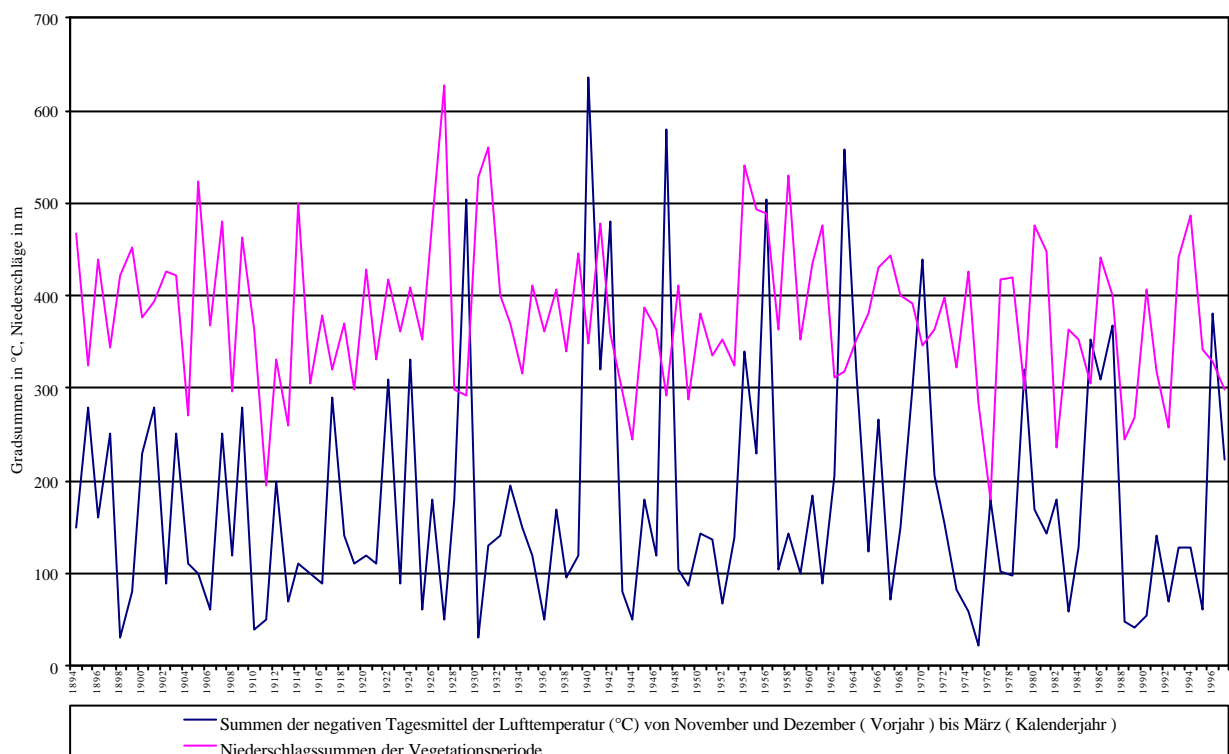


Abb. 5: Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres und der Niederschlagssummen während der Vegetationsperioden bzw. der Bezugsjahre von 1894 bis 1997

Sieben sehr strengen Wintern, mit über 400 °C Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres, folgten mit Ausnahme des Jahres 1956 Vegetationsperioden mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen. Obstgehölze an Grundwasser fernen Standorten wurden nach den Extremwintern in dieser Kombination der klimatischen Faktoren einer besonderen Stressbelastung ausgesetzt. Die Belastung der Gehölze an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten durch Winterkälte und nachfolgendem Wassermangel konnte durch einen Klimaindex beschrieben werden (Abb. 6).

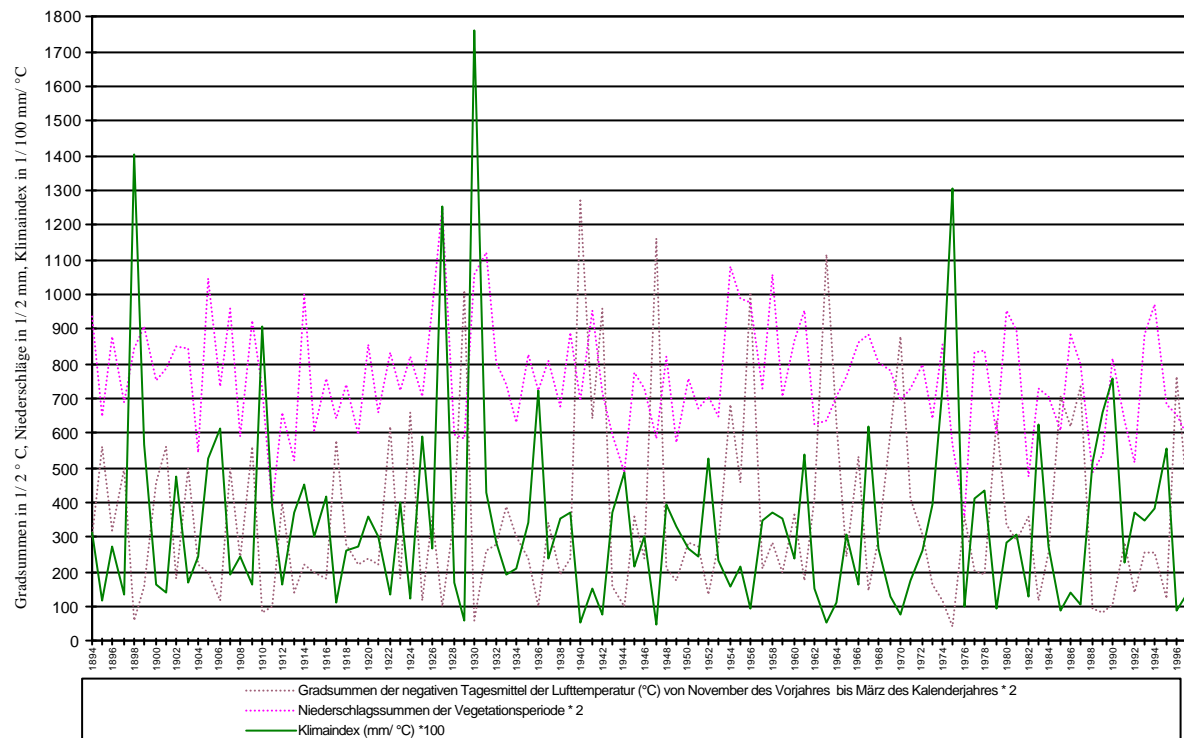


Abb. 6: Klimaindex zur Beschreibung der kombinierten Wirkung von Winterkälte und Niederschlägen während der nachfolgenden Vegetationsperioden von 1894 bis 1997

Die Häufigkeit des Zusammentreffens von ungünstigen klimatischen Erscheinungen nahm im Untersuchungszeitraum zu (Tab. 7).

Tab. 7: Kalenderjahre mit einem Klimaindex unter 1,2 mm/°C

Klimaindex °C	Kalenderjahre	Klimaindex	Kalenderjahre
0,50	1947	0,86	1996
0,55	1940	0,93	1979
0,57	1963	0,97	1956
0,58	1929	1,00	1976
0,75	1942	1,09	1987
0,79	1970	1,10	1917
0,86	1985	1,12	1964

Der kritische Wert (ca. 1,1 mm / °C) wurde in den Zeiträumen von 1894-1945 viermal und 1946-1997 zehnmal erreicht oder unterschritten. Er schließt alle obstbaulichen Schadwinter und Dürrejahre bis auf das Jahr 1911 ein. Der Vegetationsperiode des Jahres 1911 war ein Winter mit 50 °C negativen Gradsummen vorangegangen. Eine winterfrostbedingte Verminderung der Zuwachsleistung der Gehölze konnte ausgeschlossen werden.

In den Kalenderjahren von 1976-1996 wurde der kritische Wert fünfmal erreicht. Die Gehölze an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten wurden durch die enge Folge ungünstiger Witterungsverläufe mehrmals hintereinander geschwächt. Die dendrochronologisch untersuchten

Bäume waren in diesem Zeitraum abgestorben.

4.2 Analyse der Zuwachsleistung von 32 Obstgehölzen

4.2.1 Stammumfänge, Erfassungsjahre und –zeiträume

Die Zuordnung der Gehölze zu Lebenszeiträumen wurde durch die individuelle Reaktion der Gehölze auf ungünstige Witterungseinflüsse und die Kenntnis der obstbaulichen Schadwinter aus Literaturangaben möglich (GOETHE 1908, KEMMER und SCHULZ 1952, ÄTHENSTÄDT, SCHMADLAK und ZAHN 1956, KRAUSE 1960). Außer durch Winterfrost wurden geringere Zuwachsleistungen durch Dürrestress oder der kombinierten Wirkung von beiden hervorgerufen. Die Wuchsdepressionen der Bäume in den Jahren 1929, 1940, 1942, 1947, 1956, 1963, 1970, 1976 und 1979 konnten mit dem Erreichen des kritischen Wertes des Klimaindexes ($< 1,2$) erklärt werden (Abb. 6). Die Verminderung der Zuwachsleistung in den Jahren 1911, 1913, 1928, 1959, 1982, 1988, 1989 und 1992 wurden an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten zusätzlich auf geringe Niederschlagssummen während der Bezugsjahre bzw. der Vegetationsperioden zurückgeführt (194–269 mm Niederschlag je Vegetationsperiode). Aus der Sicht der Zuordnung der Lebenszeiträume waren die Jahre 1928 und 1929 sowie die Jahre 1940 und 1942 von besonderer Bedeutung (Negativweiserjahre), da durch die enge Folge ungünstiger Witterungserscheinungen zwei- bzw. mehrjährige Wuchsdepressionen auftraten. In abgeschwächter Form konnten für die Jahre 1891 und 1893 sowie 1954 und 1956 ebenfalls mehrjährige Winterfrost bedingte Wuchsdepressionen nachgewiesen werden (Abb. 7).

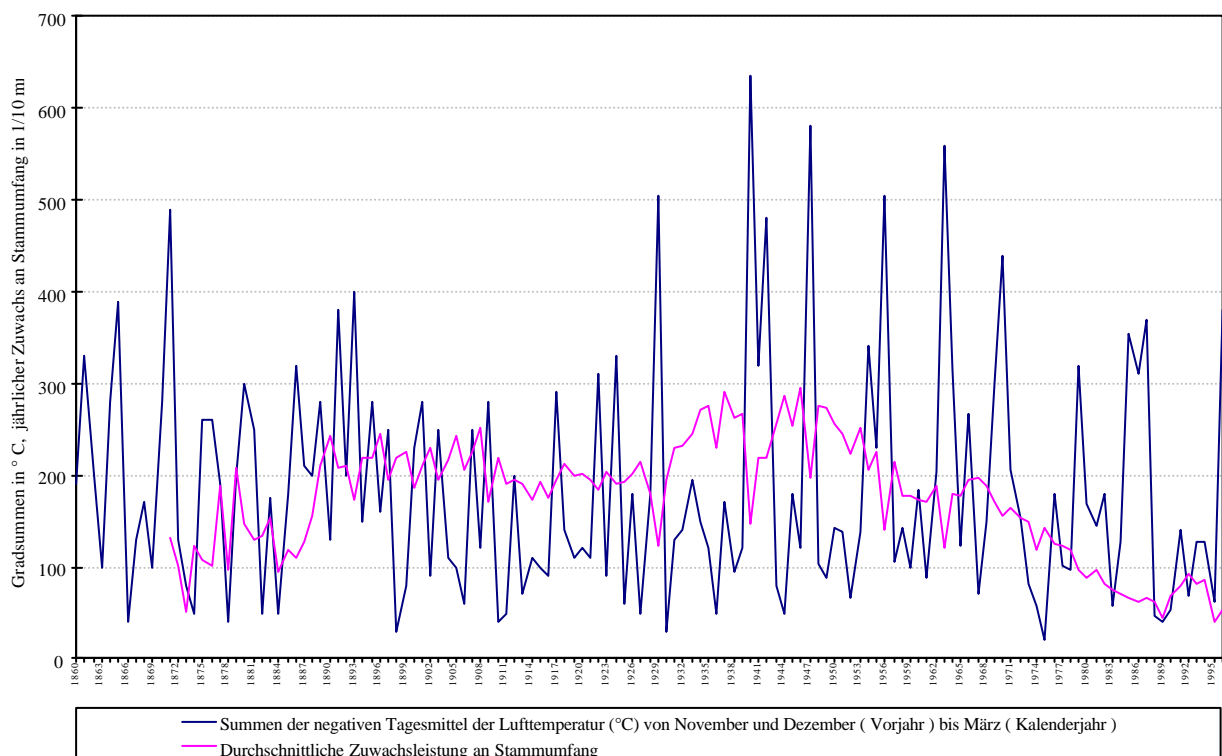
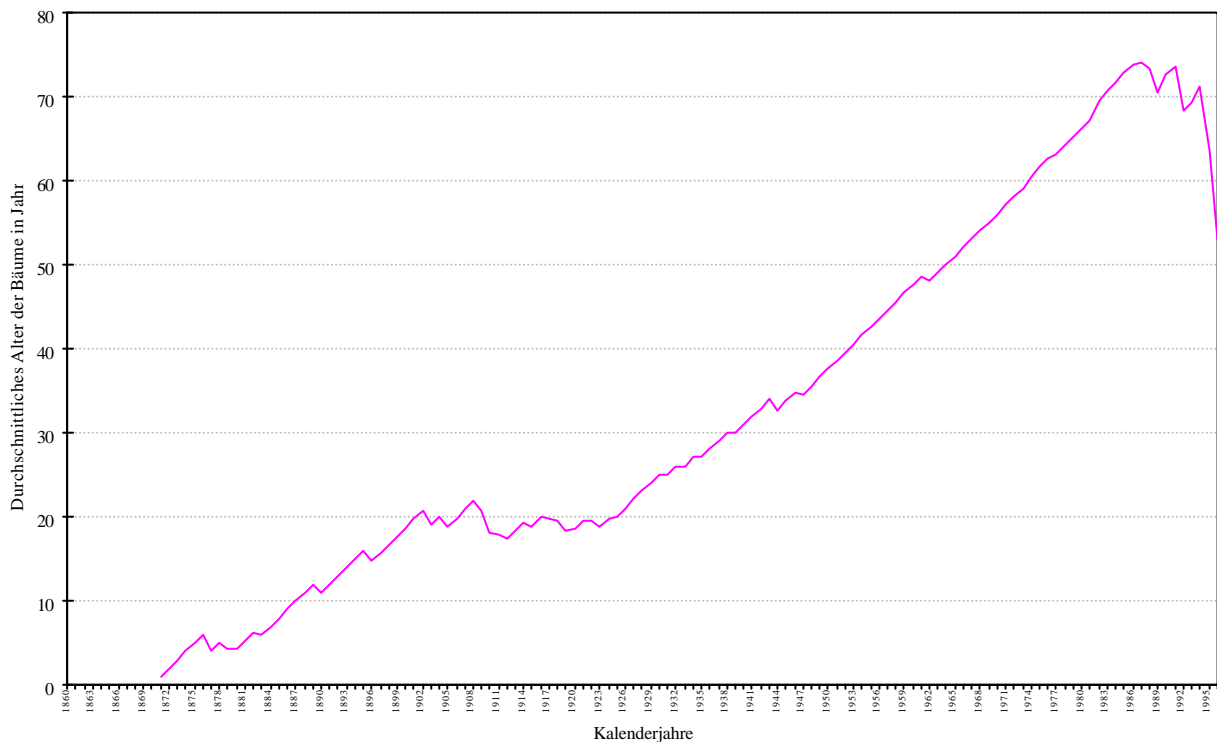


Abb. 7: Mittlere jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang von 32 Obstbäumen von 1871-1996

Die durchschnittliche Zuwachsleistung an Stammumfang zeigte sich über einen sehr langen Zeitraum, von 1889-1957, relativ ausgeglichen. Sie ist daher gut für die Bewertung der

Klimaabhängigkeit der Zuwachsleistung geeignet. Die altersabhängige Verminderung der Zuwachsleistung bezogen auf die Stammumfänge wurde durch die Bäume mit ersten Erfassungsjahren von 1900-1947 teilweise kompensiert (Abb. 8). Die Verminderung des mittleren Alters der Bäume je Kalenderjahr ab 1984 beruht auf dem Absterben der alten Bäume.

Die Mittelwertbildung spiegelt die Variabilität und die unterschiedlichen Lebensalter und Erfassungszeiträume der Bäume nur ungenügend wider. Die Analyse der individuellen Zuwachsleistung der Bäume verdeutlicht die Zusammenhänge (Abb. 9). Die periodisch auftretende Überprägung der Zuwachsleistung durch klimatische Einflüsse wurde durch die Ausbildung von Negativweiserjahren deutlich. In den Zeiträumen zwischen zwei Schadjahren zeigten die Bäume unterschiedlich hohe Zuwachsleistungen und zum Teil gegenläufige Alternanzzyklen.

**Abb. 8: Mittleres Alter der Bäume bei der Berechnung der mittleren Zuwachsleistung an Stammumfang je Kalenderjahr**

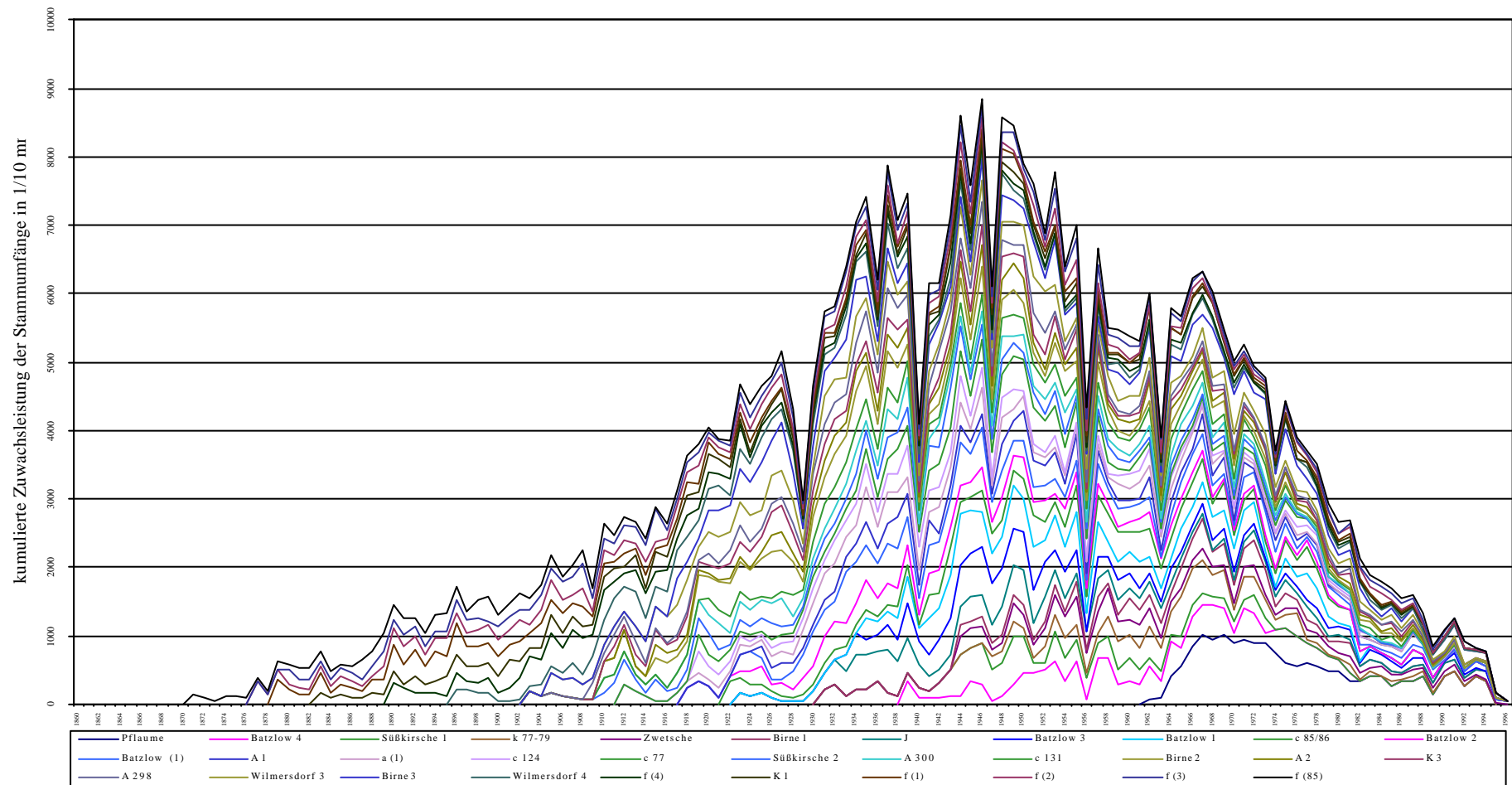


Abb. 9: Jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang (1/10 mm) von 32 Obstbäumen (gestapelte Linien) in dem Zeitraum von 1871-1997

Tab. 8: Winterhalbjahre mit negativen Gradsummen der Lufttemperatur $> 350\text{ }^{\circ}\text{C}$

Winter, negative Gradsummen		Winter, negative Gradsummen	
1939-40	635,0	1969-70	439,1
1946-47	580,0	1892-93	400,0
1962-63	558,7	1995-96	380,2
1928-29	505,0	1890-91	380,0
1955-56	504,2	1986-87	368,6
1870-71	490,0	1984-85	353,3
1941-42	480,0		

Nach Auszählung der Erfassungsjahre je Baum über die Jahresringe wurden starke Altersunterschiede der Gehölze festgestellt (Tab. 9). Der jüngste Baum erreichte mit 33 Erfassungsjahren nur ca. ein Viertel der Erfassungsjahre des ältesten Baumes (121 Jahre). Die Obstbäume waren einer unterschiedlichen Anzahl strenger Winter ausgesetzt. Die durchschnittlichen negativen Gradsummen der Winterhalbjahre während der Erfassungsjahre je Gehölz variierten mit 179,4 bis 200,1 $^{\circ}\text{C}$ relativ wenig.

Wesentliche äußere Merkmale zur Charakterisierung hochstämmiger Obstbäume waren der Stammumfang und die jährliche Zuwachsleistung. Bezogen auf den Stammumfang wiesen die in der Erhebung berücksichtigten Bäume eine sehr große Variabilität auf (Tab. 10). Die Spannweite reichte von 0,80 bis 2,26 m Stammumfang. Die Wachstumsintensität der Bäume, charakterisiert durch die durchschnittliche jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang je Erfassungsjahr, lag in dem Bereich von 1,22 bis 5,29 cm.

Die Nutzung der Stammumfänge für eine Altersschätzung war daher ohne weitere Informationen zum Gehölzstandort nicht möglich.

Der überwiegende Teil der Stammquerschnitte wies eine exzentrischen Lage des Kernpunktes und ein ungleichmäßig verteiltes Dickenwachstum auf (Abb. 10). Die Bäume A 2 und A 298 zeigten eine annähernd konzentrische Anordnung der Jahresringe.

Der durchschnittliche Radius je Baum wurde unabhängig von den gemessenen minimalen und maximalen Radien der Stammquerschnitte aus dem gemessenen Stammumfang errechnet.

Tab. 9: Erfassungsjahre und -zeiträume von 32 Obstbäumen und Anzahl von Wintern je Erfassungszeitraum mit negativen Gradsummen über 350 $^{\circ}\text{C}$

Gehölze	Anzahl Erfassungsjahre und -zeiträume		Anzahl Winter
Pflaume	33	1962-1994	4
Apfel Batzlow 4	43	1935-1977	6
Süßkirsche 1	43	1947-1989	5
Apfel k 77-79	43	1947-1989	5
Zwetsche	52	1944-1995	7
Birne 1	54	1937-1990	8
Apfel J	59	1923-1981	7
Apfel Batzlow 3	61	1933-1993	8
Apfel Batzlow 1	60	1935-1994	8
Apfel c 85/86	61	1922-1982	7
Apfel Batzlow 2	63	1918-1980	7
Apfel Batzlow (1)	67	1923-1989	9
Apfel A 1	71	1925-1995	9
Apfel a (1)	69	1913-1981	7
Apfel c 124	69	1919-1987	9
Apfel c 77	73	1919-1991	9
Süßkirsche 2	74	1903-1976	7
Apfel A 300	78	1910-1987	9
Apfel c 131	72	1920-1991	9
Birne 2	82	1910-1991	9
Apfel A 2	80	1915-1994	9
Apfel K 3	81	1911-1991	9
Apfel A 298	81	1909-1989	9
Apfel Wilmersdorf 3	87	1905-1991	9
Birne 3	79	1917-1995	9
Apfel Wilmersdorf 4	91	1896-1986	8
Apfel f (4)	105	1890-1994	11
Apfel K 1	106	1883-1988	11
Apfel f (1)	110	1879-1988	11
Apfel f (2)	111	1877-1987	11
Apfel f (3)	115	1880-1994	11
Apfel f (85)	121	1871-1991	11

Tab. 10: Stammumfänge (cm) und mittlere jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang (cm/ Jahr) von 32 Obstbäumen

Gehölze	Stammumfang in cm	Anzahl Erfassungsjahre	mittlerer Zuwachs Stammumfang je Jahr in cm an
Pflaume	174	33	5,29
Apfel Batzlow 4	140	43	3,26
Süßkirsche 1	115	43	2,67
Apfel k 77-79	93	43	2,16
Zwetsche	83	52	1,60
Birne 1	80	54	1,48
Apfel J	132	59	2,24
Apfel Batzlow 3	146	61	2,40
Apfel Batzlow 1	168	60	2,80
Apfel c 85/86	145	61	2,37
Apfel Batzlow 2	122	63	1,94
Apfel Batzlow (1)	170	67	2,53
Apfel A 1	118	71	1,66
Apfel a (1)	124	69	1,79
Apfel c 124	106	69	1,54
Apfel c 77	123	73	1,68
Süßkirsche 2	124	74	1,68
Apfel A 300	119	78	1,52
Apfel c 131	123	72	1,71
Birne 2	186	82	2,27
Apfel A 2	109	80	1,36
Apfel K 3	110	81	1,36
Apfel A 298	112	81	1,38
Apfel Wilmersdorf 3	185	87	2,13
Birne 3	226	79	2,86
Apfel Wilmersdorf 4	164	91	1,80
Apfel f (4)	142	105	1,35
Apfel K 1	134	106	1,26
Apfel f (1)	139	110	1,26
Apfel f (2)	146	111	1,31
Apfel f (3)	156	115	1,36
Apfel f (85)	147	121	1,22
arithmetisches Mittel aller Gehölze	136	74,8	1,98

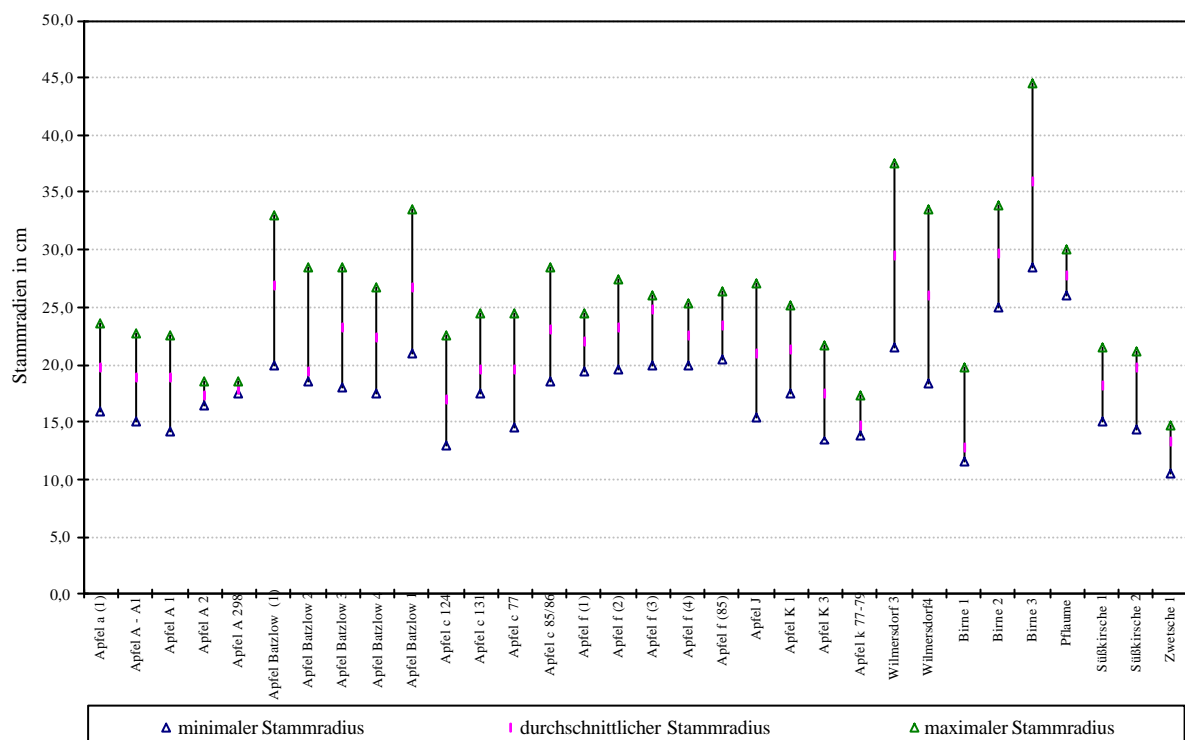


Abb. 10: Minimaler, maximaler und errechneter mittlerer Stammradius von 32 Obstbäumen

Die großen Differenzen zwischen den minimalen und maximalen Radien, welche bis zu 82,1 % der Minimumwerte betragen, verdeutlichen, dass nur wenige Bäume einen konzentrisch verlaufenden Zuwachs aufwiesen (Tab. 11).

Tab. 11: Relative Abweichung zwischen minimalen und maximalen Stammradien (%)

Gehölze	relative Abweichungen zwischen max. und min. Stammradien (%)	Gehölze	relative Abweichungen zwischen max. und min. Stammradien (%)
Apfel a (1)	46,9	Apfel f (3)	30,0
Apfel A 300	51,3	Apfel f (4)	27,0
Apfel A 1	58,5	Apfel f (85)	28,8
Apfel A 2	12,8	Apfel J	75,3
Apfel A 298	5,7	Apfel K 1	44,0
Apfel Batzlow (1)	65,0	Apfel K 3	61,9
Apfel Batzlow 2	54,1	Apfel k 77-79	25,4
Apfel Batzlow 3	58,3	Apfel Wilmersdorf 3	74,4
Apfel Batzlow 4	52,6	Apfel Wilmersdorf 4	82,1
Apfel Batzlow 1	60,0	Birne 1	72,2
Apfel c 124	73,1	Birne 2	35,2
Apfel c 131	40,0	Birne 3	56,1
Apfel c 77	69,0	Pflaume	15,4
Apfel c 85/86	54,1	Süßkirsche 1	43,3
Apfel f (1)	26,3	Süßkirsche 2	48,3
Apfel f (2)	41,0	Zwetsche	40,0

4.2.2 Ausgleich der winterfrost- und alternanzbedingten Wuchsdepressionen

Aus den unterschiedlichen Lebenszeiträumen der Obstbäume resultierten unterschiedliche Belastungen durch Winterfröste und Niederschlagsdefizite. Die Obstbäume reagierten bei Extremwerten im Temperaturbereich in Abhängigkeit von den Sorten-Unterlagen-Kombinationen, der individuellen Kondition der Gehölze und der Ertragsleistung mit einer Verminderung des Zuwachses. Für die Untersuchung des Einflusses weiterer Witterungserscheinungen auf die Zuwachsleistung wurden die direkten Wirkungen der Winterfrostjahre auf die Zuwachsleistung und die ertragsbedingten jährliche Schwankungen ausgeglichen.

Die durch den Ausgleich der Winterfrost abhängigen Wuchsdepressionen entstehende Überschätzung der kumulativen Zuwachsleistung, bezogen auf den Stammumfang oder die Stammquerschnittsfläche, konnte unter Berücksichtigung der Anzahl der Erfassungsjahre als Anhaltspunkt für die Bewertung der Winterfrosthärte der Einzelbäume dienen (Tab. 12).

Tab. 12: Abweichung zwischen erreichter und winterfrostbereinigter Zuwachsleistung an Stammumfang und Stammquerschnittsfläche (%)

	prozentualer Anteil der Überschätzung (Bezugsbasis: erreichte Zuwachsleistung)				
Gehölze	Stammumfang kumulativ in %	Stammquerschnittsfläche kumulativ in %	Gehölze	Stammumfang kumulativ in %	Stammquerschnittsfläche kumulativ in %
Pflaume	0,68	1,36	Süßkirsche 2	5,86	11,38
Apfel Batzlow 4	3,05	6,01	Apfel A 300	5,31	10,32
Süßkirsche 1	1,49	2,96	Apfel c 131	3,93	7,69
Apfel k 77-79	5,01	9,77	Birne 2	3,72	7,31
Zwetsche	1,68	3,32	Apfel A 2	4,7	9,18
Birne 1	2,15	4,26	Apfel K 3	4,73	9,23
Apfel J	1,11	2,19	Apfel A 298	2,88	5,68
Apfel Batzlow 3	3,75	7,36	Apfel Wilmsdorf 3	2,28	4,56
Apfel Batzlow 1	5,48	10,66	Birne 3	3,46	6,79
Apfel c 85/86	3,95	7,75	Apfel Wilmsdorf 4	4,58	8,95
Apfel Batzlow 2	3,67	7,21	Apfel f (4)	4,79	9,35
Apfel Batzlow (1)	4,35	8,52	Apfel K 1	5,36	10,42
Apfel A 1	9,32	17,77	Apfel f (1)	4,4	8,55
Apfel a (1)	2,23	4,61	Apfel f (2)	4,47	8,74
Apfel c 124	4,57	8,93	Apfel f (3)	4,01	7,86

Die Stammquerschnittsflächen wurden bei den Apfelbäumen, die mehr als 100 Erfassungsjahre aufwiesen, um 6,8 bis 10,4 % überschätzt. Die Extremwerte bei den über 70 jährigen Apfelbäumen lagen unabhängig von der Wasserbeeinflussung der Standorte bei 2,1 und 17,8 %. Die Winterfrosthärte der in der Erhebung berücksichtigten Gehölze konnte mit sehr hoch, (Apfel c77) und ausreichend, (Apfel A1) eingeschätzt werden. Die Bäume der anderen Obstarten wiesen eine geringe bis mittlere Sensibilität gegenüber Winterkälte auf.

Die Stammquerschnittsflächen wurden bei dem Ausgleich der Winterfrost bedingten Depressionen um 1,3-11,4 % überschätzt. Der Ausgleich der Winterfrost bedingten Wuchsdepressionen und ertragsabhängigen Schwankungen erforderte eine schrittweise Glättung der Kurvenverläufe, dazu gehörten:

1. Der Ausgleich der Winterfrost bedingten Wuchsdepressionen nach obstbaulichen Schadwintern durch Ersetzen der Zuwachsleistung im Schadjahr durch den Mittelwert aus der Wuchsleistung des vorangegangenen und nachfolgenden Kalenderjahres und die
2. Glättung der alternanzbedingten, jährlichen Schwankungen durch gleitende dreijährige Mittelwerte. Die Wachstumskurven der Bäume weisen eine hohe individuelle Variabilität auf. Die Reaktion auf Winterfröste und die Alternanz bedingten Schwankungen in der jährlichen Zuwachsleistung waren erheblich (Abb. 11-17). Deutlich unterschiedlich reagierten Bäume von Grund- bzw. Stauwasser fernen und -beeinflussten Standorten. Einzelne Bäume mit unsicherer Zuordnungsmöglichkeit der Bodenwasserverhältnisse, wie die Apfelbäume Wilmsdorf 3 und Wilmsdorf 4 (Bändersand-Braunerden mit Tieflehm-Braunstaugley Standorten, vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe, Bodenart SI 4D, Bodenzahlen: 34-28) erreichten in ihrer Zuwachsleistung den Bereich von Gehölzen der Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorte. Sie waren für die Beschreibung der Wuchsleistung der Bäume an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten nicht geeignet.

Vergleichbare hohe Zuwachsleistungen wurden zum Beispiel an Bändersand-Braunerden mit Tieflehm-Braunstaugley Standorten, Bodenart IS Mo a4, bei den Bäumen Batzlow 4 und Birne 3 festgestellt. Die Apfelbäume A1 und k77-79 (Tieflehm-Fahlerde mit Lehm-Braunstaugley Standorten, vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe, Bodenart SI 4D, Bodenzahlen: 34-28) erreichten nicht die Zuwachsleistungen der Bäume Wilmersdorf 3 und Wilmersdorf 4. Ihre Wuchsleistungen lagen auf dem Niveau der Bäume A2 und A298 von Grund- bzw. Stauwasser fernen Tieflehm-Fahlerde Standorten.

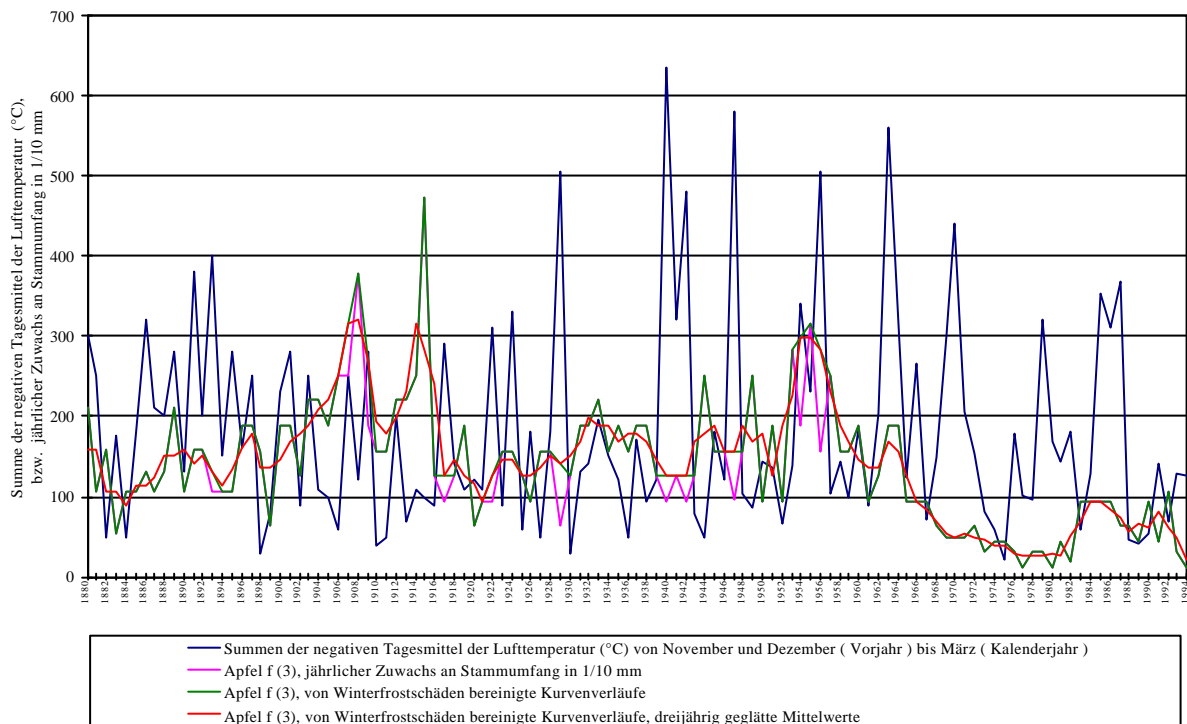


Abb. 11: Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes f(3)
Erfassungsjahre: 1880-1994
Leitbodenform: Sand- Braunerde und Tieflehm- Fahlerde (D 3a-1), vernässungsfrei
Bodenart IS 4D, Bodenzahlen: 34-28

Die jährliche Zuwachsleistung des Baumes f (3) war sehr ungleichmäßig (Abb. 11). Auffällig war die deutliche Steigerung der vegetativen Leistung ab Mitte der 50er Jahre nach vorangegangenen Jahren mit mittlerer Zuwachsleistung. Die Überschätzung der Zuwachsleistung der Stammquerschnittsfläche lag nach der Glättung der Kurvenverläufe bei 7,8 %. Der Baum wurde durch die Winterfröste nur gering geschädigt. Es lag ein mehrjähriger Alternanzzyklus vor.

Die Zuwachsleistung des Baumes c124 (Abb. 12) wich in der Reaktion auf die Winterfröste 1954 und 1956 erheblich von der des aus der gleichen Allee stammenden Baumes c77 ab. Der Baum c124 hatte eine mittlere Winterfrosthärte. Der Wert der Überschätzung der Zuwachsleistung betrug 8,93 %. Der Baum durchlief von 1950-1959 eine Phase mit geringer Zuwachsleistung und konnte die niederschlagsreichen Jahre 1954-56 nicht für eine Steigerung der Wuchsleistung nutzen.

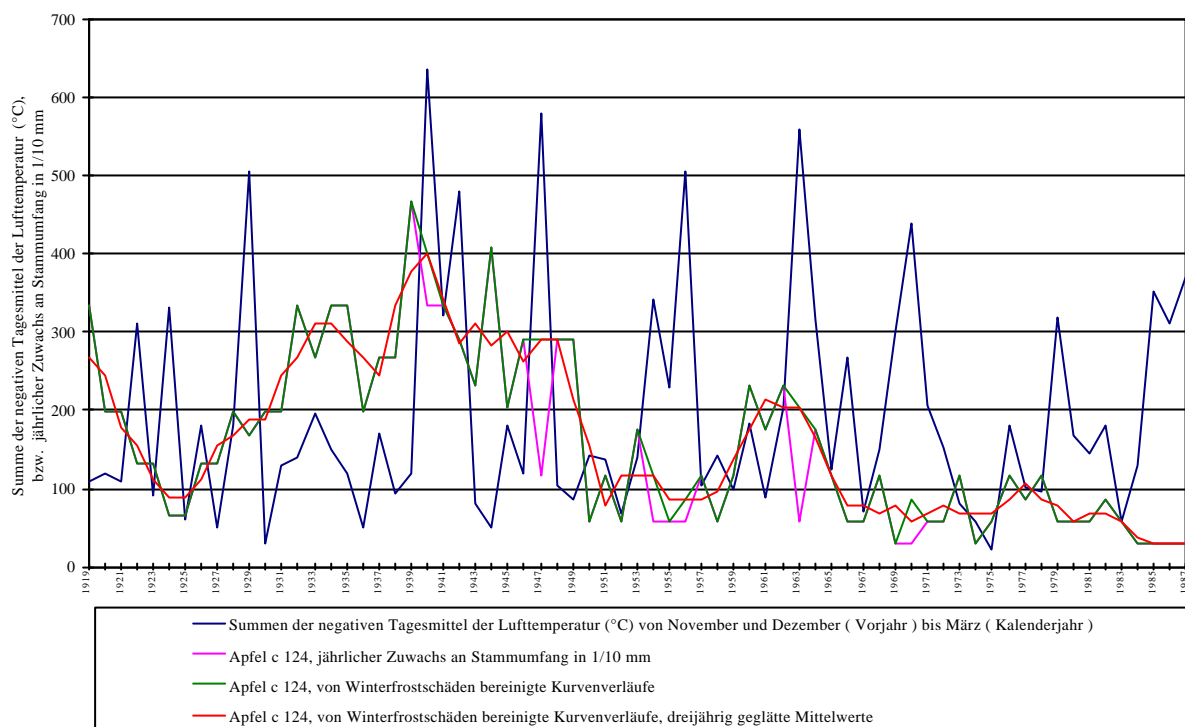


Abb. 12: Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes c124

Erfassungsjahre: 1919-1987

Leitbodenform: Sandbraunerde (D 2a-1), vernässungsfrei, Bodenart S 4D, Bodenzahlen: 26-21

Die jährliche Zuwachsleistung des Baumes c77 wies geringe Wuchsdepressionen nach den obstbaulichen Schadwintern aus. Die geringe Überschätzung der Zuwachsleistung der Stammquerschnittsfläche mit 2,1 % nach der Glättung der Kurvenverläufe basierte auf einer sehr hohen Winterfrosthärte des Gehölzes (Abb. 13). Die abrupte Verminderung der Wuchsleistung zu Beginn der 50er Jahre trat bei beiden Gehölze in der Allee c auf. Sie konnte nur teilweise mit klimatischen Ursachen erklärt werden, so dass weitere Einflüsse wie zum Beispiel die Versiegelung der Fahrbahndecke bei dieser Ortsverbindungsstraße c, Müncheberg Richtung Tempelberg, in Betracht kommen.

Deutlich höhere Winterfrostschäden als bei den anderen Bäumen lagen bei dem Baum A 1 vor (Abb. 14). Mit 17,8 % Überschätzung der Zuwachsleistung musste von einer hohen Sensibilität des Gehölzes gegenüber kalten Wintern bei noch ausreichender Winterfrosthärte ausgegangen werden. Die Wuchsstärke des Baumes A1 lag in dem Bereich der anderen untersuchten Bäume der Allee A.

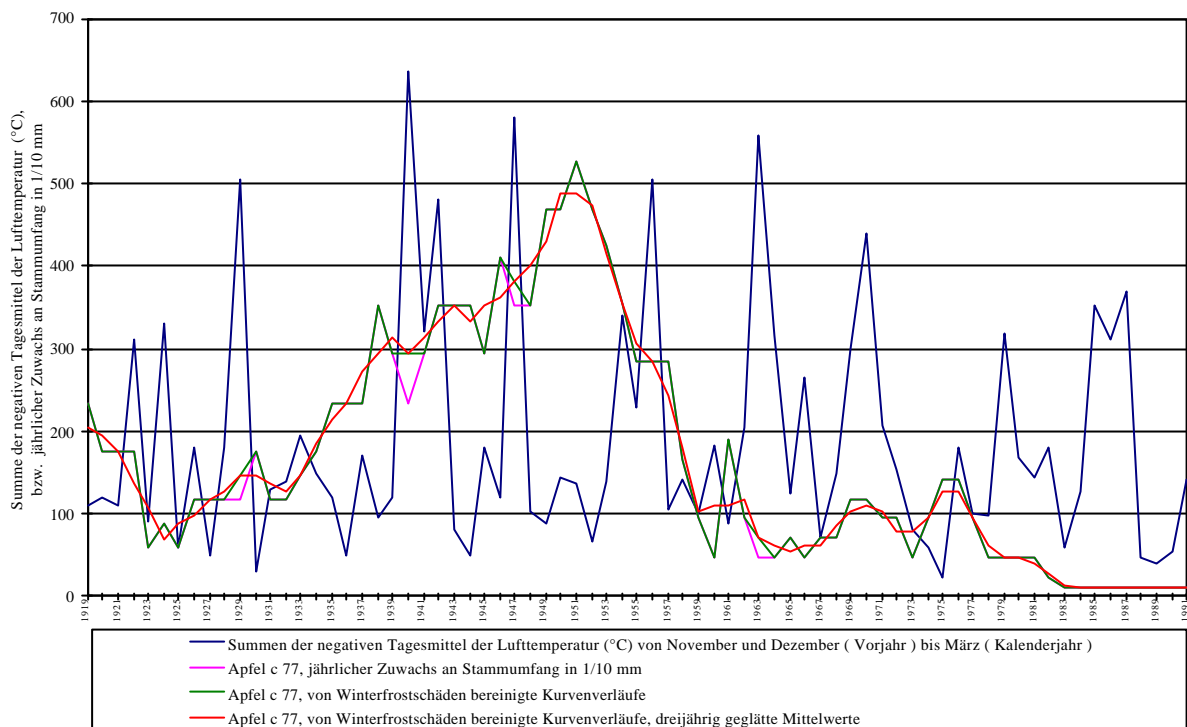


Abb. 13: Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes c77

Erfassungsjahre: 1919-1991

Leitbodenform: Tieflehm- Fahlerde (D 4a-1), vernässungsfrei, Bodenart IS 4D, Bodenzahlen: 43-37

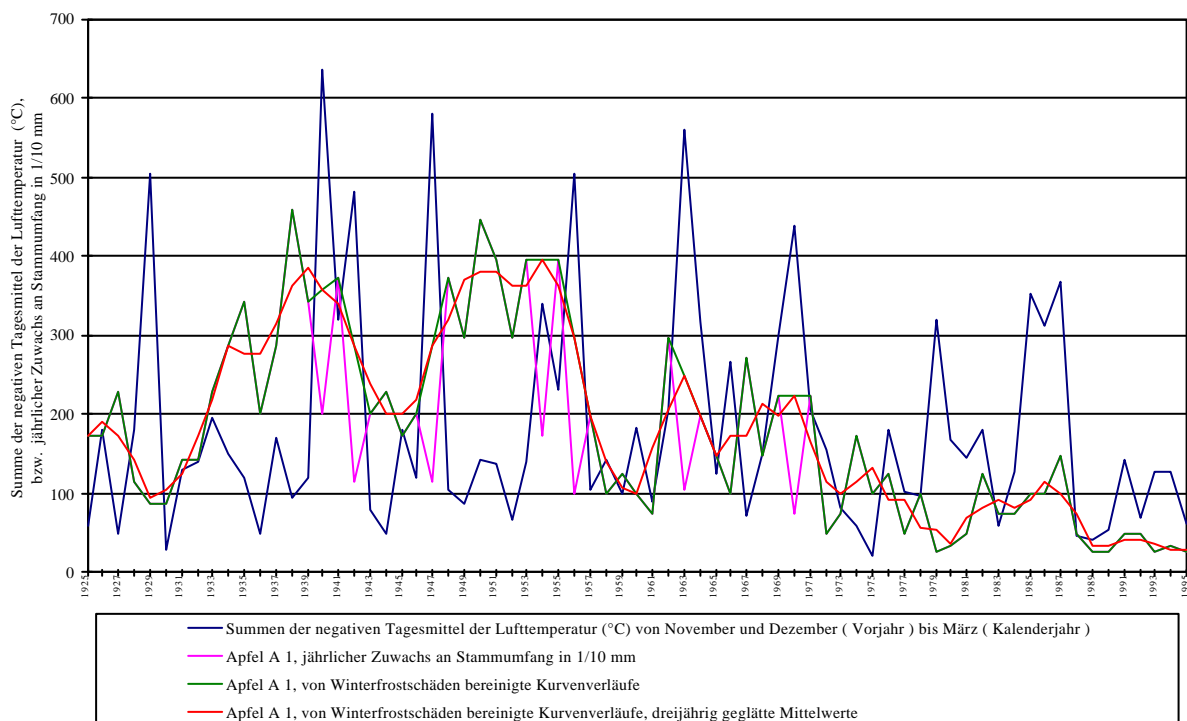


Abb. 14: Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes A1

Erfassungsjahre: 1925-1995

Leitbodenform: Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sandbraungley (D 4a-2) vorwiegend

vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe, Bodenart SI 4D, Bodenzahlen: 34-28

Die Gehölze Batzlow 4 und Birne 3 stammten von Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten (Abb. 15 und 17). Jährliche Zuwachsleistungen von 40-60 mm Stammumfang über längere Zeiträume konnten bei allen Bäumen von Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten nachgewiesen werden. Da kein Wasserstress auftrat, zeigten die Bäume an diesen Standorten ausgeglichene Zuwachsleistungen über mehrere Jahrzehnte. Innerhalb dieser Zeiträume traten die Alternanzzyklen deutlich hervor. Typische Ausprägungen konnten bei den Bäumen Wilmersdorf 3 von 1918-1938 und 1955-1972, und Birne 3 von 1958-1978 nachgewiesen werden (Abb. 16 und 17). Beide Bäume zeigten eine mittlere bis hohe Winterfrosthärte. Die Werte der Überschätzung der Zuwachsleistung durch den Ausgleich der Winterfrost bedingten Wuchsdepressionen betrugen 4,56 bzw. 6,79 %.

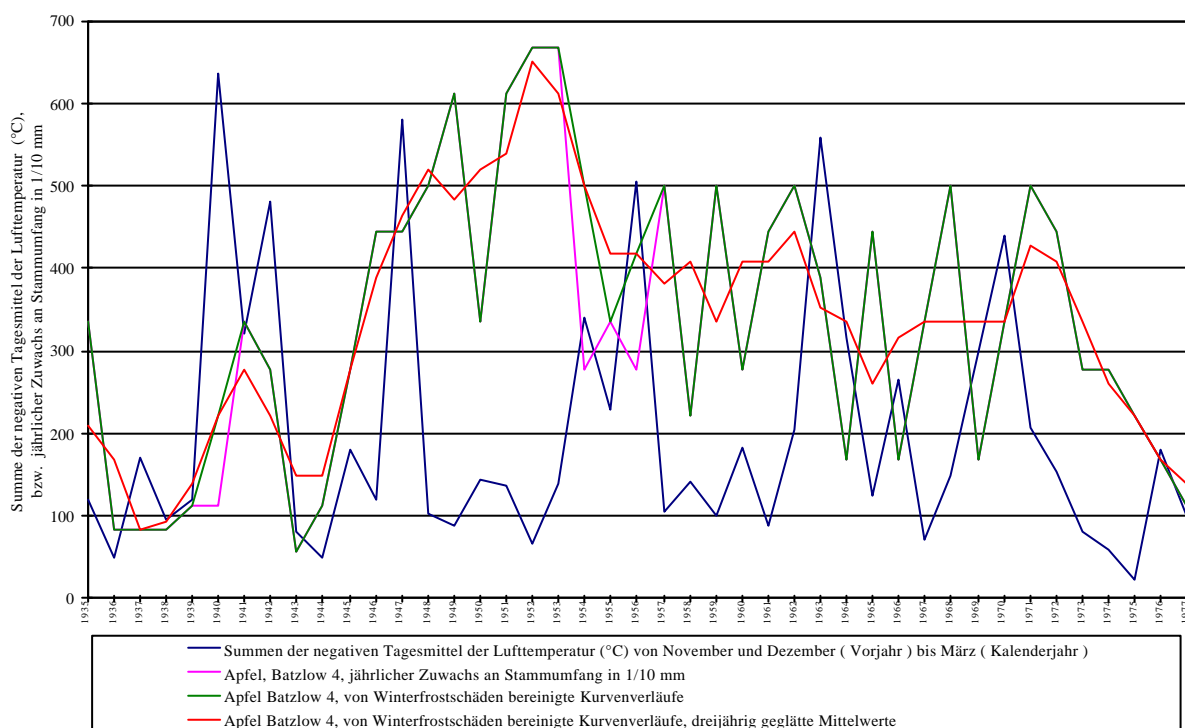


Abb. 15: Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes Batzlow 4

Erfassungsjahre: 1935-1977,

Leitbodenform: Bändersand-Braunerde mit Tieflhm-Braunstaugley (D 3a-3), vorwiegend vernässungsfrei, 20

% Flächenanteil Staunässe, Bodenart IS Mo a4, Bodenzahlen: 36-29

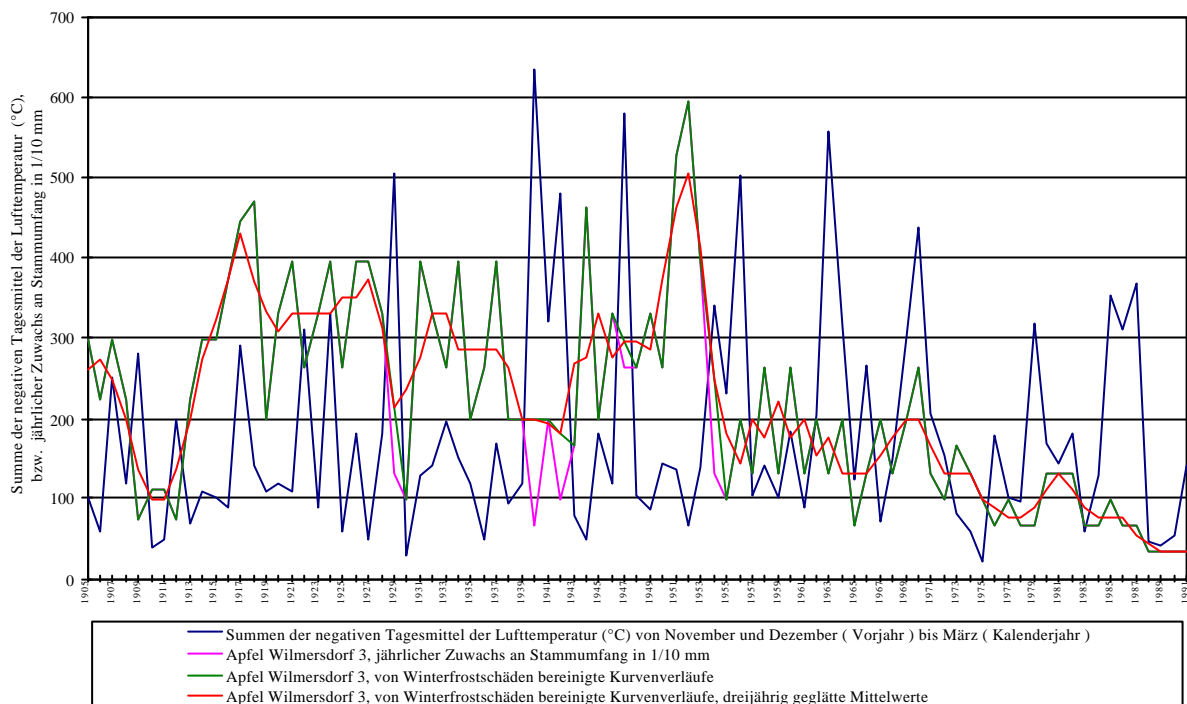


Abb. 16 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes Wilmersdorf 3

Erfassungsjahre: 1905-1991,

Leitbodenform: Bändersand-Braunerde mit Tieflehm-Braunstaugley (D 3a-3), vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe, Bodenart SI 4D, Bodenzahlen: 34-28

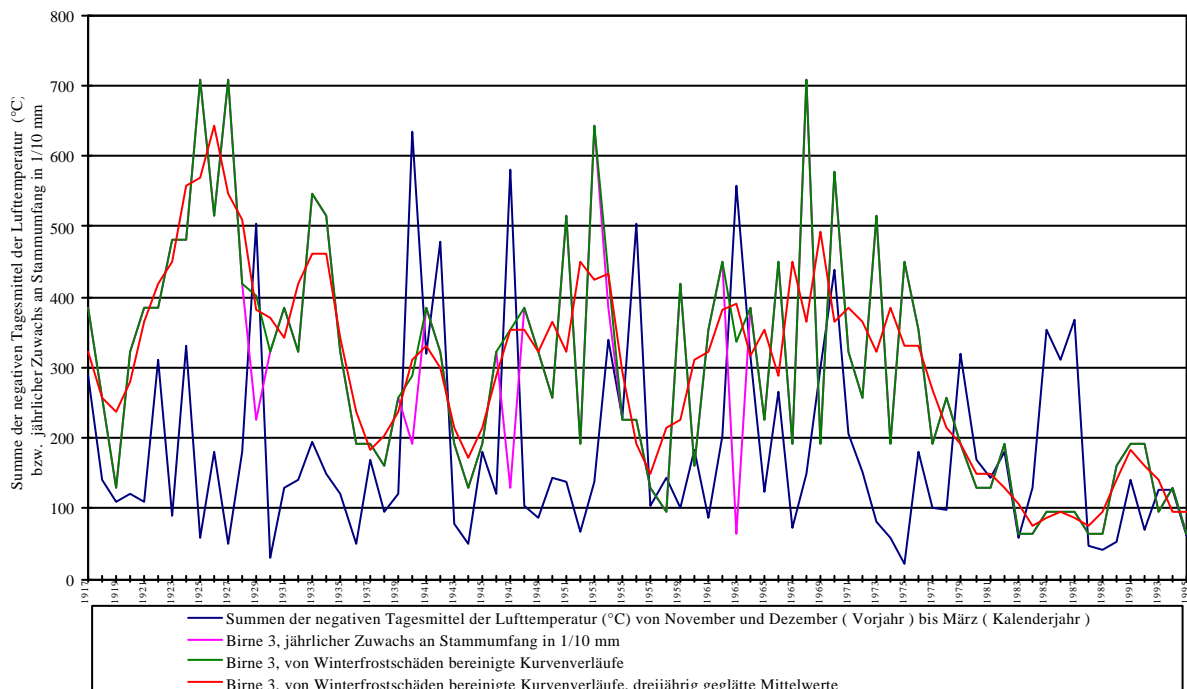


Abb. 17 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Baumes Birne 3

Erfassungsjahre: 1917-1995, Leitbodenform: Bändersand-Braunerde mit Tieflehm-Braunstaugley (D 3a-3), vorwiegend vernässungsfrei,

20 % Flächenanteil Staunässe, Bodenart IS Mo a4, Bodenzahlen: 36-29

4.2.3 Standortabhängigkeit der Zuwachsleistung

Die Verwendung der Stammumfänge als lineare Größe gestattete nur bedingt die Untersuchung weiterer Einflussgrößen. Die Bewertung der Wuchsleistung mit dem Zuwachs an Stammquerschnittsfläche (quadratische Funktion) ermöglichte, den altersabhängigen, negativen Trend bei der linearen Betrachtung als Fehler auszuschließen. In dem Beispiel (Abb. 18) wurde für den Baum f85 die lineare Regression zwischen der jährlichen Zuwachsleistung des Radius und der Anzahl der Erfassungsjahre errechnet

($y = -0,0259x + 5,4484$). Der Zusammenhang ist statistisch gesichert ($p = 0,0000$). Das geringe Bestimmtheitsmaß ($r^2 = 0,1743$) deutet neben dem Alter der Bäume auf weitere Einflussgrößen auf die Zuwachsleistung des Radius (r) hin. Mit den Schätzwerten des Radius wurde die jährliche Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche nach der Formel

$A = \pi \cdot (r_a^2 - r_i^2)$, mit $r_a = r_1 + \dots + r_{n+1}$ und $r_i = r_1 + \dots + r_n$ berechnet.

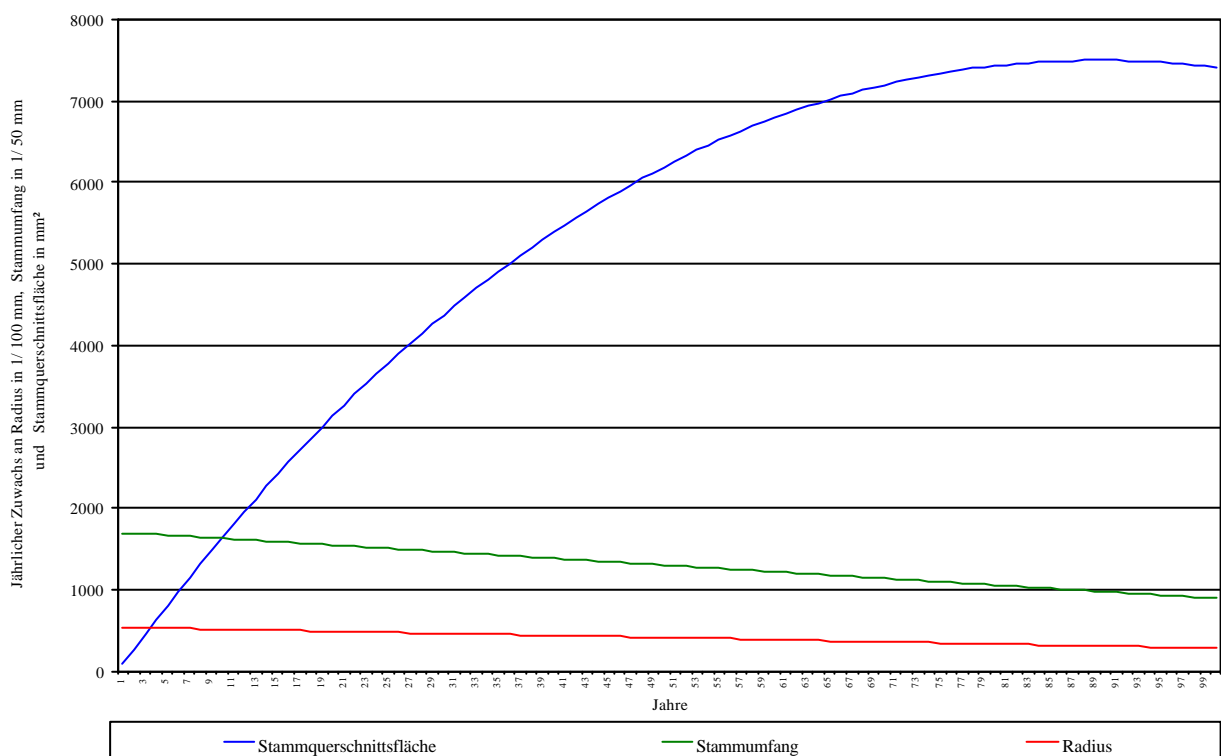


Abb. 18 Mittlere jährliche Zuwachsleistungen von Stammradius, Stammumfang und Stammquerschnittsfläche des Baumes f85

Die Unterschiede zwischen den Kurvenverläufen wurden auch bei der Berechnung der kumulativen Zuwachsleistung der Bäume deutlich (Beispiel Birne 3, Abb. 19).

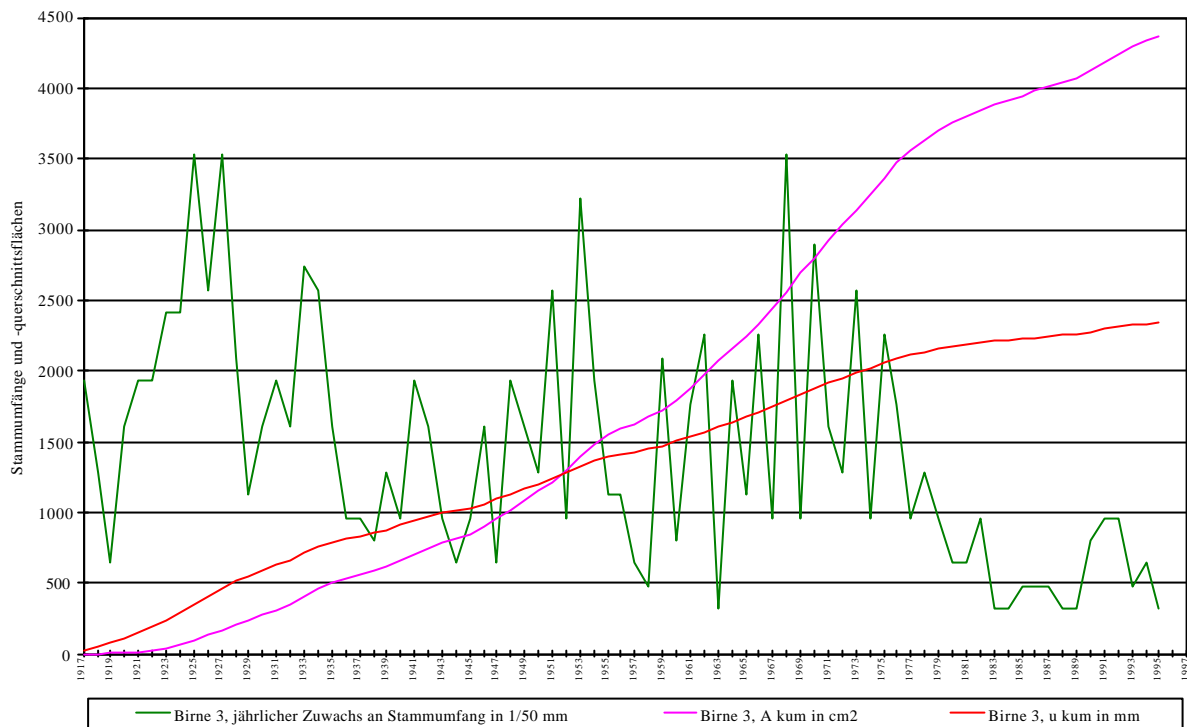


Abb. 19: Vegetative Leistung des Baumes, Birne 3, jährlicher Zuwachs an Stammumfang und kumulativ für die Merkmale Stammumfang und Stammquerschnittsfläche

Die Darstellung der kumulativen Zuwachskurven, bezogen auf die Stammquerschnittsflächen, gestattete für alle 32 Gehölze die Aussage, dass die Gehölze unterschiedliche Zuwachseleistungen aufwiesen (Abb. 20). Die Gliederung der Obstbäume nach Arten zeigte keinen wesentlichen Einfluss der Arten (Abb. 21). Die breite Variabilität bei der Obstart Apfel schloss die der Arten Birne, Pflaume/ Zwetsche und Süßkirsche mit ein.

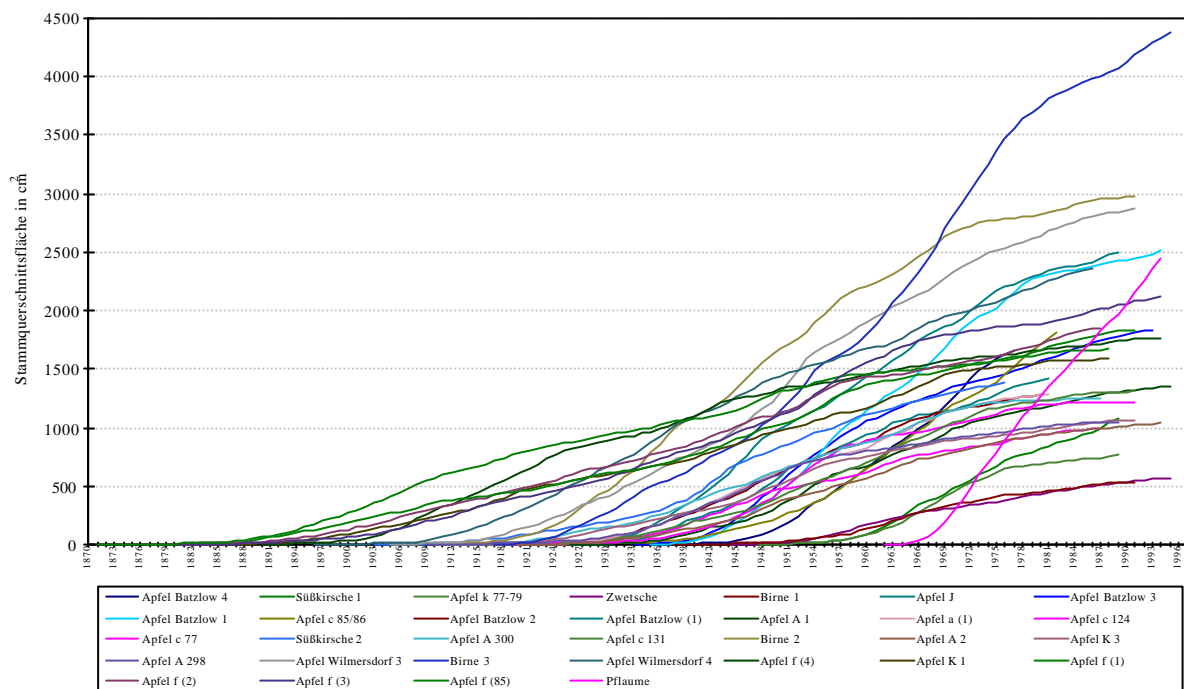


Abb. 20: Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der Lebenszeiträume

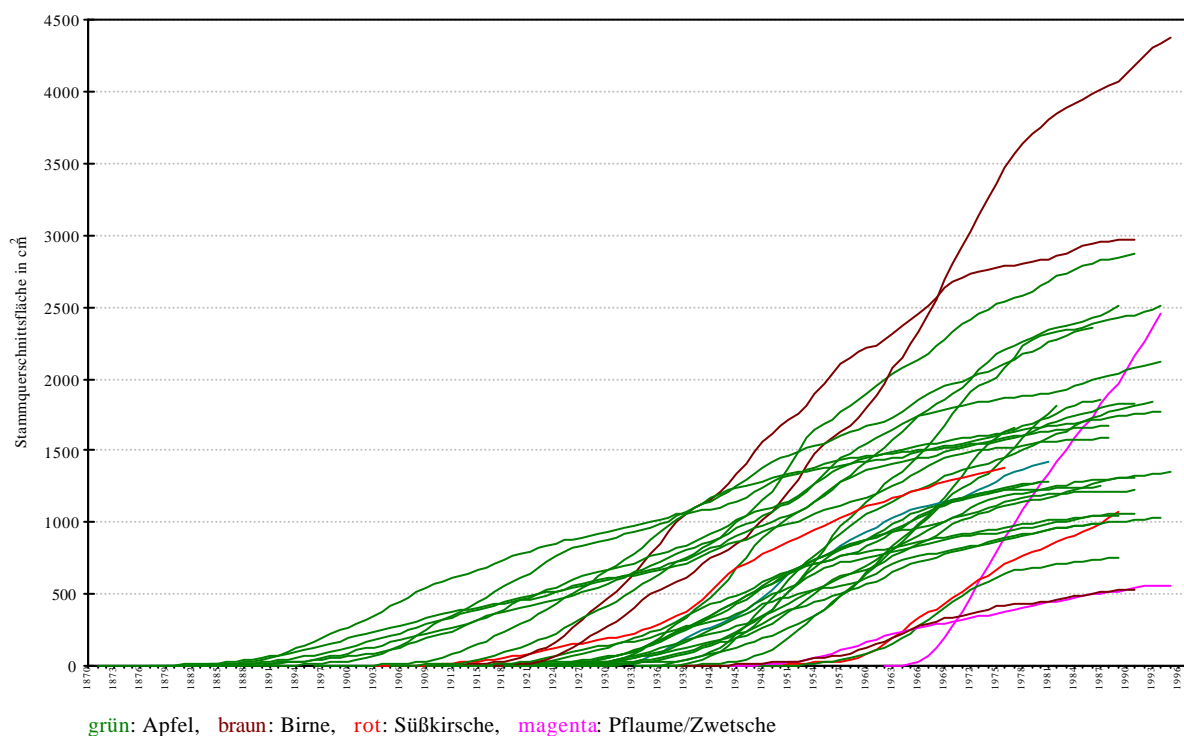


Abb. 21: Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der Obstarten

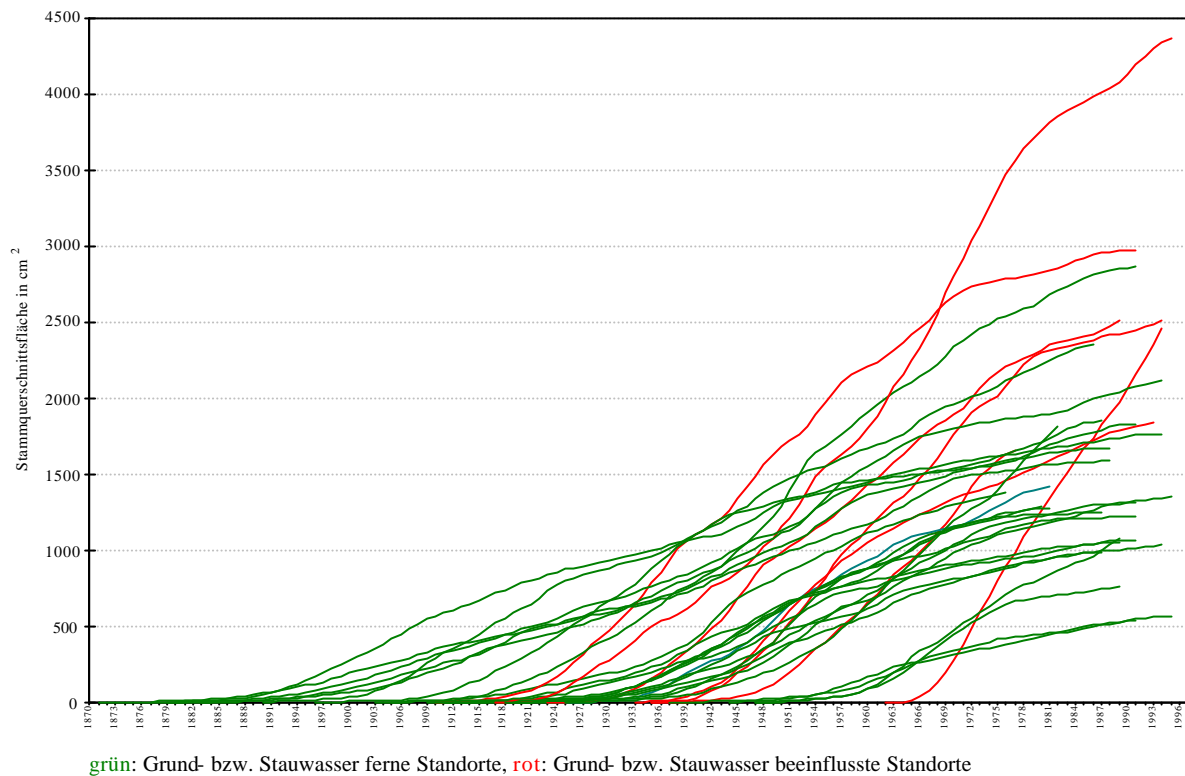
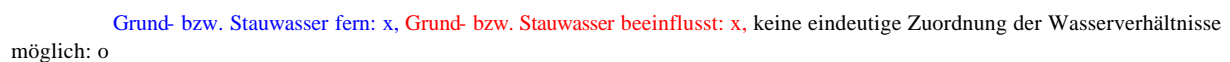


Abb. 22: Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der Wasserbeeinflussung der Wuchsstandorte

Deutliche Unterschiede zwischen den Gehölzen traten bei der Gruppierung in Grund- bzw. Stauwasser beeinflusste und ferne Standorte auf (Abb. 22). Die mittlere Wachstumsintensität bezogen auf die Stammquerschnittsfläche erreichte auf den Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten Werte von 27,9 bis 73,4 cm² je Jahr. Die starken Unterschiede zwischen den Bäumen könnten mit dem unterschiedlichen Alter zusammenhängen. Der Baum mit der höchsten durchschnittlichen Wachstumsintensität wurde mit 33 Erfassungsjahren wegen anstehender Baumaßnahmen gerodet und hatte noch keinen vollständigen Lebenszyklus durchlaufen. Die Maximumwerte der Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche von ca. 60-80 jährigen Bäumen lagen bei ca. 40-50 cm² je Jahr (Tab. 13).

Tab. 13: Stammquerschnittsflächen, Erfassungsjahre und durchschnittliche Wachstumsintensität von 32 Obstbäumen

Gehölze	Stammquerschnittsfläche in cm^2	Anzahl Erfassungsjahre	berechneter jährlicher Zuwachs an Stammquerschnittsfläche in cm^2
Grund- bzw. Stauwasser beeinflusste Standorte			
Pflaume	2421,2	33	73,4
Apfel Batzlow 4	1560,3	43	36,3
Apfel Batzlow 1	2241,0	60	37,3
Apfel Batzlow 3	1699,6	61	27,9
Apfel Batzlow (1)	2289,7	67	34,2
Birne 3	4072,1	79	51,5
Birne 2	2754,4	82	33,6
Grund- bzw. Stauwasser ferne Standorte			
Zwetsche	547,8	52	10,5
Birne 1	509,8	54	9,4
Apfel J	1392,0	59	23,6
Apfel c 85/86	1667,6	61	27,3
Apfel Batzlow 2	1189,4	63	18,9
Apfel a (1)	1219,6	69	17,7
Apfel c 124	902,5	69	13,1
Apfel c 131	1209,3	72	16,8
Apfel c 77	1195,6	73	16,4
Apfel A 300	1120,4	78	14,4
Apfel A 2	940,1	80	11,8
Apfel K 3	968,4	81	12,0
Apfel A 298	992,0	81	12,2
Apfel f (4)	1601,5	105	15,3
Apfel K 1	1422,2	106	13,4
Apfel f (1)	1527,7	110	13,9
Apfel f (2)	1690,9	111	15,2
Apfel f (3)	1947,5	115	16,9
Apfel f (85)	1721,2	121	14,2
Keine eindeutige Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse am Gehölzstandort möglich			
Süßkirsche 1	1047,2	43	24,4
Apfel k 77-79	685,9	43	16,0
Apfel A 1	1111,6	71	15,7
Süßkirsche 2	1223,9	74	16,5
Apfel Wilmersdorf 3	2736,2	87	31,5
Apfel Wilmersdorf 4	2140,9	91	23,5



Die mittlere jährliche Zuwachsleistungen der Obstbäume betrug auf den Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten 9,4 bis 27,3 cm² (Tab. 13, Abb. 23). Sie waren bei der Mehrzahl der Apfelbäume ausgeglichen. Starkwachsende Apfelbäume mit Zuwachsleistungen über 20 cm² Stammquerschnittsfläche je Jahr waren c85/ 86 und J. Die jährlichen Zuwachsleistungen an Stammquerschnittsflächen der anderen Bäume betrugen unabhängig vom Alter ca. 12 bis 18 cm² . Für die Ausbildung ähnlicher Wachstumskurven der Bäume konnten mehrere Ursachen in Frage kommen. Eine Abhängigkeit von der regionalen Herkunft (Allee) bestand nicht (Abb. 24). Die sortenspezifische Reaktion auf Umwelteinflüsse erschien wahrscheinlich. Der Einfluss von Pflegemaßnahmen an den Bäumen, Schadstoffimmissionen oder Schädlingskalamitäten konnte im Gegensatz zu den Klimafaktoren Winterfrost und Niederschlagsmengen nicht bewertet werden. Da in den geglätteten Kurvenverläufen nur die direkten Wuchsdepressionen nach Schadwintern eliminiert wurden, verblieben als Klimawirkungen Folgeschäden in den darauffolgenden Jahren und die Wirkungen der Niederschläge (Abb. 25). Die stärksten Reaktionen auf die Winterfröste zwischen 1940 bis 1970 zeigten die Apfelbäume A2, c124 (braune Linien), A298, K3 (blaue Linien) und A1, c131 (grüne Linien).

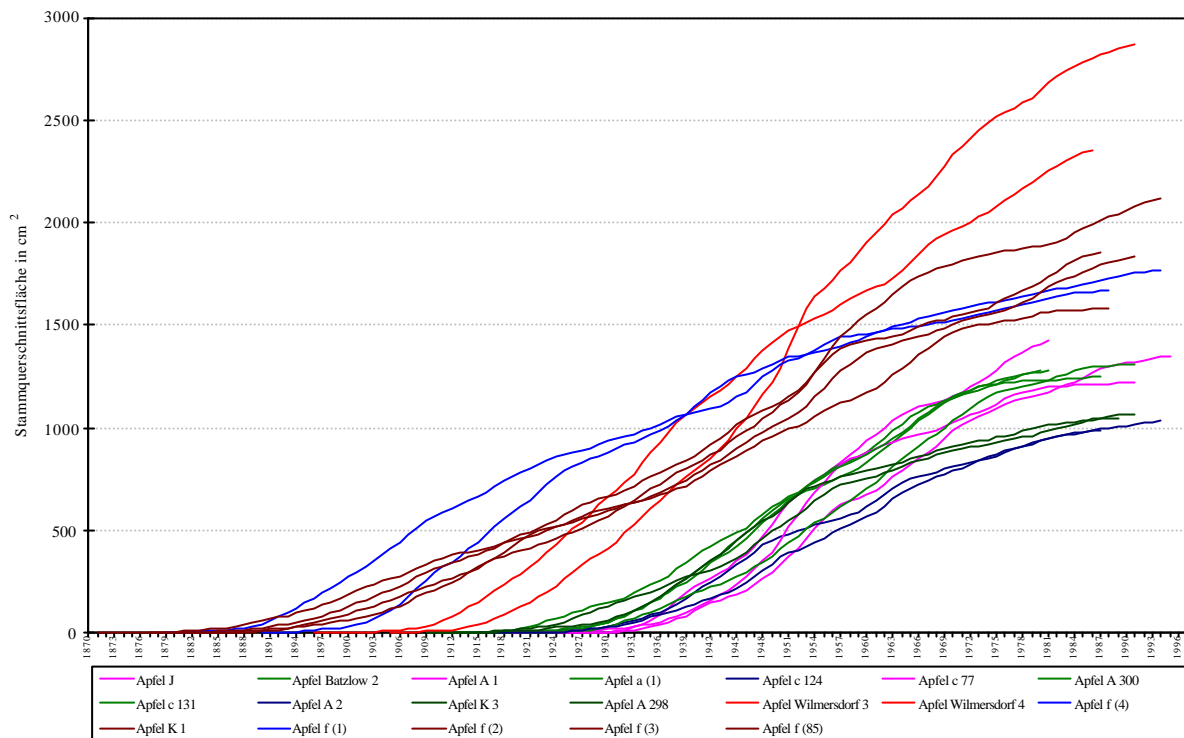


Abb. 24: Kumulative Zuwachsleistung von 19 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten

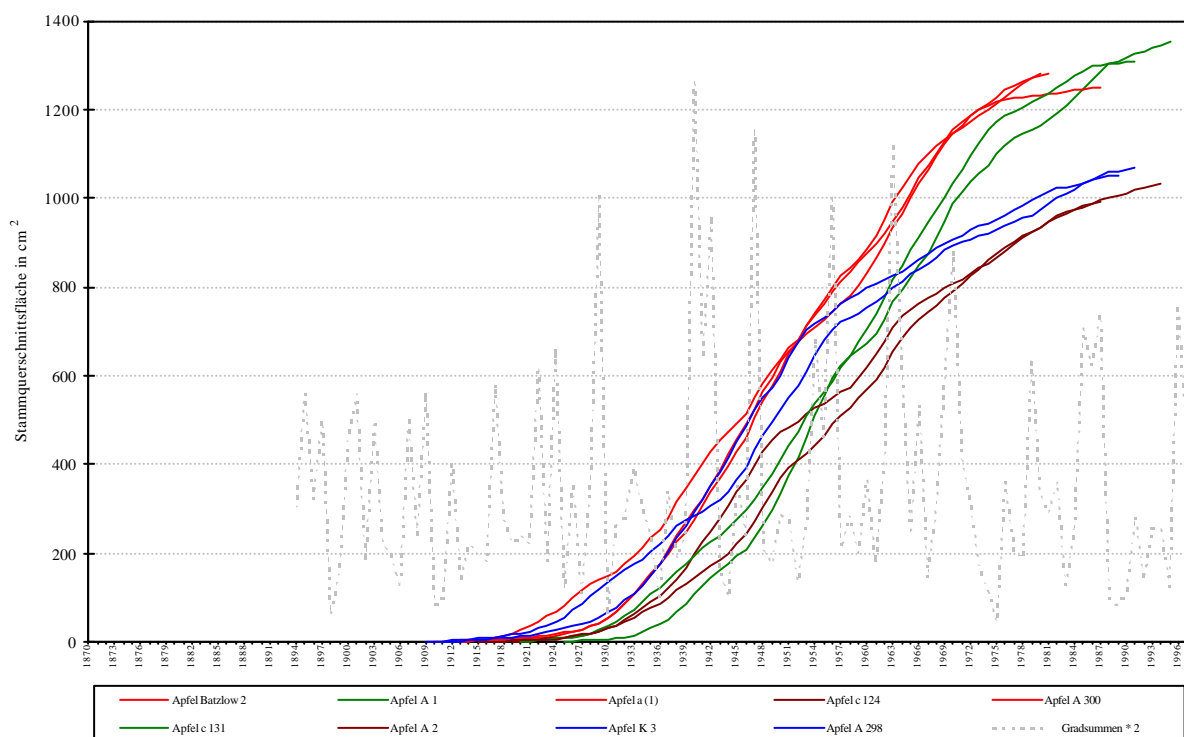


Abb. 25: Kumulative Zuwachsleistung von 9 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten und der Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres

Die Auswirkung trockener Vegetationsperioden konnte bei diesen Bäumen durch die kalendarische Überlagerung mit den strengen Winterfrostjahren nur bedingt erklärt werden (Abb. 26). Die niederschlagsreichen Jahre von 1954 bis 1956 (Niederschlagsmengen von April bis Oktober 540mm, 494mm und 489 mm gegenüber dem Durchschnittswert von 378,4 mm) führten bei sechs der neun Bäume (61-81 Erfassungsjahre) zu einer deutlichen Steigerung der vegetativen Leistung (positive Weiserjahre). Diese wurden durch die Zerlegung der Zuwachskurven in lineare Teilabschnitte und der Bewertung der Anstiege je Teilabschnitt nachgewiesen. In den niederschlagsreichen Jahren konnten die Bäume an den Grundwasser fernen Standorten die mittleren jährlichen Zuwachsleistung der Bäume von Grundwasser beeinflussten Standorten erreichen.

Bei den Gehölzen der Allee f (über 100 Erfassungsjahre) waren die Wuchsdepressionen nach den niederschlagsarmen Jahren 1911 und 1913 sowie die positiven Weiserjahre von 1954 bis 1956 erkennbar (Abb. 27).

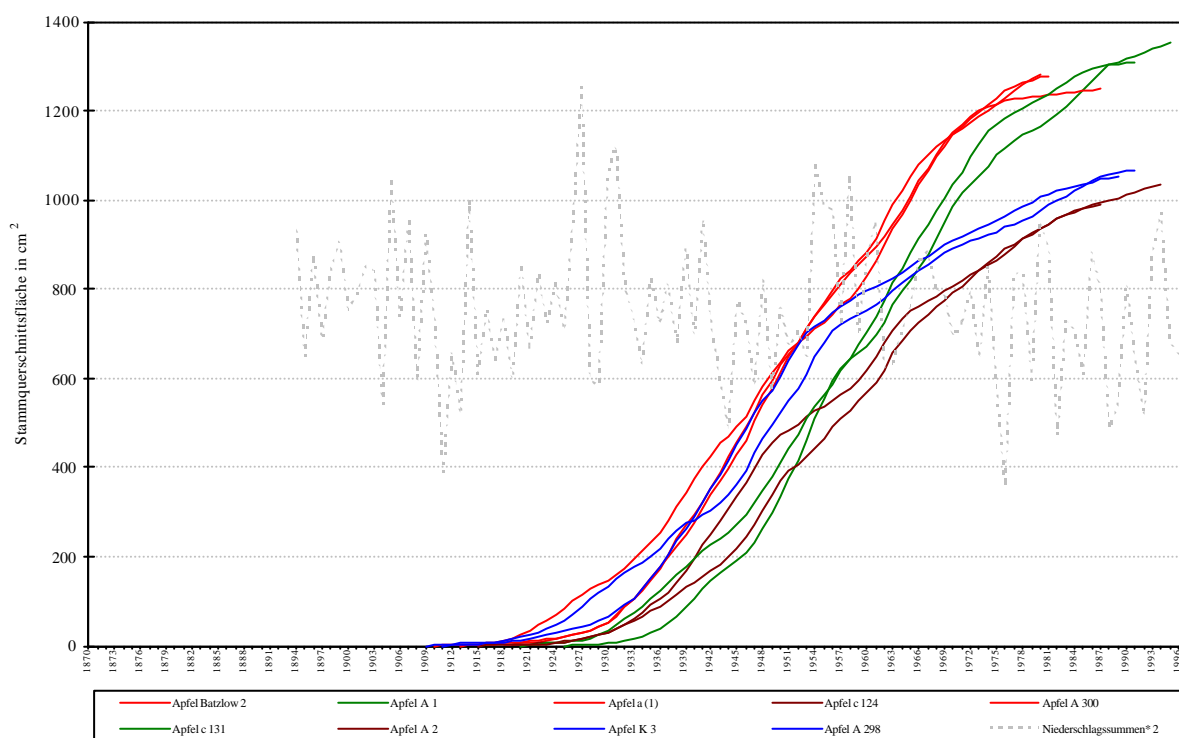


Abb. 26: Kumulative Zuwachsleistung von 9 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten und der Niederschlagsmengen von April bis Oktober der Kalenderjahre

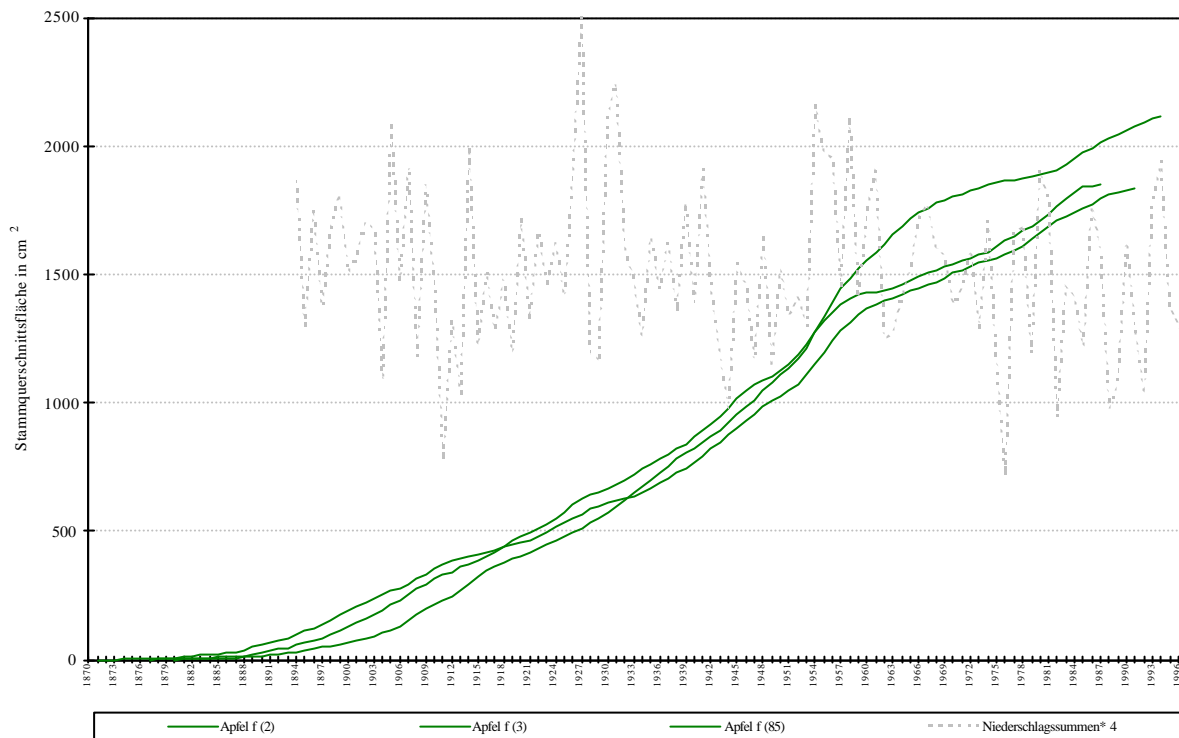


Abb. 27: Kumulative Zuwachsleistung von 3 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten und der Niederschlagsmengen von April bis Oktober der Kalenderjahre

4.3 Beeinflussung der Wuchsleistung von Kernobsthochstämmen durch Leitbodenformen und Bodenarten

4.3.1 Verteilung der Bodenwasserverhältnisse

Die Gehölzstandorte konnten in Abhängigkeit von den Wasserverhältnissen in drei Gruppen eingeteilt werden.

Die Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorte bildeten innerhalb der Erhebung mit 1.371 Gehölzen (57 %) den Hauptanteil. Die 418 Bäume auf Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten entsprachen ca. 18 %. Für 25 % der Gehölze (602) war keine eindeutige Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse möglich (Tab. 14).

Tab. 14: Kartierungseinheiten, Leitbodenformen und Bodenwasserverhältnisse von 2.391 Gehölzstandorten

Kartierungs- einheit	Anzahl Gehölze	Leitbodenformen	Wasserverhältnisse
Grund- bzw. Stauwasser beeinflusste Standorte			
Al 2a-1	165	Decklehm-Gley und Sand-Gley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur
Al 2a-2	291	Decklehm-Gley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur
Al 2b-1	78	Ton-Amphigley, z.T. sandüberlagert	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur; teilweise Staunässe
Al 2b-2	43	Ton-Amphigley und Deckton-Gley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur
Al 2b-3	300	Lehmkerf-Amphigley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur; teilweise Staunässe
Al 2b-4	436	Ton-Amphigley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur; teilweise Staunässe
Al 2c-1	41	Sandgley, z.T. tonunterlagert	vorwiegend Grundwasser, 15-10 dm unter Flur
D 2b-4	17	Sand-Gley	vorwiegend Grundwasser, 10-6 dm unter Flur
Grund- bzw. Stauwasser ferne Standorte			
D 1a-1	37	Sand-Rosterde	vernässungsfrei
D 2a-1	92	Sand-Braunerde	vernässungsfrei
D 3a-1	289	Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei
Keine eindeutige Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse am Gehölzstandort möglich			
D 2b-2	10	Bändersand-Braunerde und Sand-Anmoor	teilweise vernässungsfrei, 20-40 % Flächenanteil Grundwasser
D 3a-3	11	Bändersand-Braunerde mit Tieflehm-Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe
D 3a-4	10	Sand-Rosterde, Lehm-Parabraunerde, Kolluvialsand	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe oder Grundwasser
D 3b-1	27	Tieflehm-Fahlerde mit Sand-Braungley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe
D 4a-1	170	Tieflehm-Fahlerde	vernässungsfrei
D 4a-2	229	Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand-Braunstaugley	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe
D 4a-3	48	Lehm-Parabraunerde, Tieflehm-Fahlerde, Kolluvialsand	vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe oder Grundwasser
D 5a-2	97	Lehm und Tieflehm der Platten und Hügel	mit vernähten Hohlformen

4.3.1.1 Obstart Apfel

Die Obstart Apfel enthielt bei 1.538 Bäumen 78 bekannte und ca. 25 unbekannte Sorten (Anlage 1, Tab. 1). Aus den pomologischen Werken ist bekannt, dass sich die alten Sorten in ihrer Wuchsstärke, der zu erwartenden Baumgröße und dem möglichen Lebensalter stark unterscheiden (Illustriertes Handbuch der Pomologie 1864-1875). Bei der Bewertung des Einflusses der Bodenverhältnisse auf die Ausprägung der vegetativen Leistung sollten daher die Vergleiche nur innerhalb der Sorten durchgeführt werden. Stehen für die Bewertung nur sehr geringe Baumanzahlen je Sorte zur Verfügung, so können, mit eingeschränkter Aussage, Gruppen von Sorten mit vergleichbarer vegetativer Leistung gebildet und untersucht werden. Ab einem bestimmten Standalter der Bäume (ca. 100 Jahre) kann davon ausgegangen werden, dass innerhalb einer Allee nur noch Gehölze mit ähnlichem Resistenzverhalten und wie bei den dendrochronologischen Untersuchungen unter 4. 2. 3 nachgewiesenen, vergleichbaren Wachstumsintensität überlebten. Durch die

ungleichmäßige Verteilung der Sorten auf die Alleen und Leitbodenformen war die Vergleichbarkeit der Standorte eingeschränkt.

Die Mindestforderungen an die Anzahl von Bäumen der gleichen Sorte und des gleichen Standalters nämlich zehn Gehölze für statistische Vergleiche (Standard der obstbaulichen Leistungsprüfung) wurden nur von einer geringen Anzahl von Sorten erfüllt. Die fünf häufigsten Apfelsorten waren aber mit mehr als 40 Bäumen in den einzelnen Alleen vertreten (Tab. 15).

Tab. 15: Verteilung der Apfelbäume auf die Alleen, fünf häufigste Sorten

Anzahl der Bäume je Allee														
Nr.	Sorten	A	A 2	L	Q	R	S	T	X	Zaf	Zc	Zd	Zf	ge- samt
47	Klarapfel	0	0	0	0	130	1	0	57	182	0	0	0	370
79	Wintergoldparmäne	76	37	49	0	0	8	22	0	0	52	37	7	288
31	Großer Rh. Bohnapfel	23	9	61	0	9	28	0	0	7	11	2	3	153
58	Roter Eiserapfel	40	0	0	0	0	0	0	39	0	0	4	17	100
67	Schöner aus Boskoop	1	0	1	0	0	0	65	0	0	1	0	2	70

Der nutzbare Stichprobenumfang innerhalb der Alleen wurde durch die nicht eindeutige Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse für einen Teil der Bäume und die sehr ungleichmäßige Verteilung der Bäume auf die Leitbodenformen bzw. Bodenarten reduziert, so dass eine statistische Analyse der vegetativen Leistung der Bäume nicht sinnvoll erschien (Tab. 16 bis 19).

Tab. 16: Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Wintergoldparmäne', getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen

Allee A, Sorte: 'Wintergoldparmäne'								
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)								
Boden- Leitbodenformen	Bodenwasserverhältnisse	20-16 (S 5D)	26-21 (S 4D)	34-28 (SI 4D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	gesamt	Stammquer- schnittsfläch e in cm ²
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde		3	4	3	4	0	14	1113,41
D 4a-2 Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand-Braunstaugley		0	5	28	0	29	62	1233,80

Tab. 17: Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Großer Rheinischer Bohnapfel', getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen

Allee A, Sorte: 'Großer Rheinischer Bohnapfel'							
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)							
Boden- / Leitbodenformen	Bodenwasserverhältnisse	20-16 (S 5D)	26-21 (S 4D)	34-28 (SI 4D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	gesamt Stammquerschnittsfläche in cm ²
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde		3	2	4	1	7	17 1658,21
D 4a-2 Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand-Braunstaugley		0	0	0	0	6	6 1862,83

Die D 4a-2 Standorte (Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand-Braunstaugley, vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Flächenanteil Staunässe) in der Allee A gestatteten keine eindeutige Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse zu den Gehölzstandorten, ermöglichten den Bäumen aber ebenso wie an den D 3a-1 Standorten eine Lebenserwartung von mehr als 70 Jahren. Die mittlere vegetative Leistung der Bäume lag an D 4a-2 Standorten ca. 10 % über der von Bäumen an D 3a-1 Standorten (Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde, vernässungsfrei). Wesentliche Unterschiede zwischen den Stammquerschnittsflächen der Bäume traten bei der Sorte 'Roter Eiserapfel' in Abhängigkeit von der Wasserbeeinflussung der Leitbodenformen auf. Die vegetative Leistung der Bäume von D 4a-2 Standorten lag ca. 45 % über der von vernässungsfreien Standorten (D 3a-1). Die Aussage konnte aber durch die geringe Anzahl von Bäumen in der Leitbodenform nicht verallgemeinert werden (Tab. 18).

Tab. 18: Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Roter Eiserapfel', getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen

Allee A, Sorte: 'Roter Eiserapfel'					
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)					
Boden- / Bodenwasserverhältnisse Leitbodenformen	34-28 (SI 4D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	gesamt	Stammquerschnitts- fläche in cm ²
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	2	1	0	3	871,78
D 4a-2 Tieflehm-Fahlerde mit Lehm unterlagertem Sand-Braunstaugley	9	0	28	37	1547,59

Das Alter der Bäume in den Alleen A und L war unterschiedlich. Es betrug ca. 70-80 Jahre in der Allee A und ca. 35-45 Jahre in der Allee L.

Die mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume an den D 3a-4 und D 4a-3 Standorten, welche keine eindeutige Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse ermöglichten, lagen in dem Bereich der vernässungsfreien Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde Standorten (D 3a-1).

Tab. 19: Verteilung der Apfelbäume, Allee: L, Sorte: 'Großer Rheinischer Bohnapfel', getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen

Allee L, Sorte: 'Großer Rheinischer Bohnapfel'									
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)									
Boden- / Bodenwasser- verhältnisse Leitbodenformen	15-12 (S 6D)	20-16 (S 5D)	21-17 (SI 6D)	34-28 (SI 4D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	50-44 (IS 3D)	gesamt	Stammquer- schnittsfläch e in cm ²
D 2a-1 Sand-Braunerde	3	5	4	0	0	0	0	12	424,06
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde	0	3	0	25	3	0	01	32	456,00
D 3a-4 Sand-Rosterde, Lehm-Parabraunerde, Kolluvialsand	4	1	0	2	0	0	30	7	457,91
D 4a-3 Lehm-Parabraunerde, Tieflehm-Fahlerde, Kolluvialsand	0	0	0	1	0	6	3	10	459,63

Grund- und Stauwasser beeinflusste Standorte

Die Gesamtanzahl von 130 Bäumen der Sorte 'Klarapfel' ca. 25 jährig, auf Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten in der Allee R ermöglichte eine statistische Aufbereitung der Daten (Tab. 20). Die Varianzanalyse zeigt einen gesicherten Einfluss der Leitbodenformen auf die Ausprägung der Stammquerschnittsflächen ($p = 0,0069$). Der Mittelwertvergleich weist an sand- und lehmüberlagerten Standorten (Al 2b-1 und Al 2b-3) eine höhere vegetative Leistung der Bäume als an Tonstandorten aus (Tab. 21).

Wenn das Wasser nicht als Limitfaktor auftrat, waren die Bäume in der Lage, in dem weiten Bereich der Bodenzahlen von 46 bis 79 eine vergleichbar hohe vegetative Leistung zu erbringen. Diese Aussagen trafen auch bei der Sorte 'Schöner aus Boskoop' an Al 2a-2

Standorten (Decklehm-Gley Böden) zu (Tab. 22). Der Bereich der Bodenzahlen reichte hier von 30-79. Der Einfluss der Kombinationspaare aus Leitbodenform/ Bodenart auf die Stammquerschnittsflächen konnte in den Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Alleen R und T nicht gesichert werden ($p_T = 0,1411$ und $p_R = 0,0508$).

Eine standortabhängige Differenzierung der vegetativen Leistung wurde bei der Analyse der maximalen Leistung der Gehölze deutlich. Die größten Stammquerschnittsflächen wiesen die Bäume an LT 3Al Standorten (Bodenzahlen 73-65) auf. An Standorten mit höheren Bodenzahlen (L 3Al) war das Dickenwachstum nicht stärker als an IS 3Al Standorten (Bodenzahlen 46-53).

Tab. 20: Verteilung der Apfelbäume, Allee: R, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Allee R, Sorte: 'Klarapfel'						
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)						
Boden- / Bodenwasserverhältnisse Leitbodenformen	53-46 (IS 3Al)	62-55 (SL 3Al)	71-64 (sL 3Al)	73-65 (LT 3Al)	79-71 (L 3Al)	gesamt
Al 2b-1 Ton-Amphigley, z.T. sandüberlagert	11	3	1			15
Al 2b-2 Ton-Amphigley und Deckton-Gley	1	15	11		10	37
Al 2b-3 Lehmkerf-Amphigley		4	3	13	43	63
Al 2b-4 Ton-Amphigley		1	2		12	15

mittlere Stammquerschnittsflächen der Bäume in cm²:

hellblau: 501-600, grün: 401-500, hellgrün: 301-400, gelb: 201-300, rot: 101-200

Tab. 21: Allee: R, Sorte: 'Klarapfel'

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 4 Leitbodenformen, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

Allee R, Sorte: 'Klarapfel'					
Boden- / Bodenwasserverhältnisse, Leitbodenformen					
mean in cm ²		Al 2b-4	Al 2b-2	Al 2b-1	Al 2b-3
362,48	Al 2b-4 Ton-Amphigley				
386,53	Al 2b-2 Ton-Amphigley und Deckton-Gley				
417,39	Al 2b-1 Ton-Amphigley, z.T. sandüberlagert				
458,90	Al 2b-3 Lehmkerf-Amphigley	*	*		

*signifikante Unterschiede

Tab. 22: Verteilung der Apfelbäume, Allee: T, Sorte: 'Schöner aus Boskoop', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Allee T, Sorte: 'Schöner von Boskoop'											
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)											
Boden- / Bodenwasserverhältnisse Leitbodenformen	36-30 (S 3Al)	62-55 (SL 3Al)	45-38 (SI 3Al)	45-39 (IS 4Al)	53-46 (IS 3Al)	54-47 (SL 4Al)	62-55 (SL 3Al)	70-62 (L 4Al)	71-64 (sL 3Al)	79-71 (L 3Al)	ge- samt
Al 2a-2 Decklehm-Gley	12	10	1	1	7	11	3	4	7	5	63
Al 2b-4 Ton-Amphigley			1			1					2

mittlere Stammquerschnittsflächen der Bäume in cm²:

hellblau: 701-800, grün: 601-700, hellgrün: 501-600

Grund- und Stauwasser ferne Standorte

In der Allee Zaf war für 27 von 182 Gehölzen der gleichen Altersstufe, ca. 40 Jahre, eine Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse nicht gegeben. Die Probleme bei der Bewertung der Zusammenhänge

von Standortfaktoren und der Zuwachsleistung wurden bei der Darstellung der Verteilung der Bäume auf die Standortkombinationen deutlich (Tab. 23).

Tab. 23: Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Allee Zaf, Sorte: 'Klarapfel'	Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)									
Boden- / Bodenwasserverhältnisse Leitbodenformen	15-12 (S 6D)	20-16 (S 5D)	21-17 (SI 6D)	26-21 (S 4D)	33-27 (S 3D)	34-28 (SI 4D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	50-44 (IS 3D)	ge- samt
D 1a-I Sand-Rosterde	1	4		7			12	1	1	26
D 3a-I Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde				10		12	4			26
D 4a-I Tieflehm-Fahlerde	13	9	7	3	4	15			52	103

mittlere Stammquerschnittsflächen der Bäume in cm²:

grün: 401-500, hellgrün: 301-400, gelb: 201-300, rot: 101-200

Die Verteilung der Bäume mit den maximalen Stammquerschnittsflächen innerhalb dieser Allee gab einen Einblick in die potentielle Wuchsstärke der Apfelbäume auf den unterschiedlichen Bodenarten (Tab. 24).

Tab. 24: Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen, maximale Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Allee Zaf, Sorte: 'Klarapfel'	Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)									
Boden- / Bodenwasserverhältnisse Leitbodenformen	15-12 (S 6D)	20-16 (S 5D)	21-17 (SI 6D)	26-21 (S 4D)	33-27 (S 3D)	34-28 (SI 4D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	50-44 (IS 3D)	ge- samt
D 1a-I Sand-Rosterde										26
D 3a-I Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde										26
D 4a-I Tieflehm-Fahlerde										103

maximale Stammquerschnittsflächen der Bäume in cm²:

dunkelblau: 701-800, blau: 601-700, hellblau: 501-600, grün: 401-500, hellgrün: 301-400, gelb: 201-300, rot: 101-200

Die Untersuchung der Stammquerschnittsflächen wies keinen gesicherten Einfluss der Grund- bzw. Stauwasser fernen Leitbodenformen auf die Stammquerschnittsflächen aus

($p = 0,153$). Gesicherte Unterschiede bestanden bei der Bewertung des Einflusses der Bodenarten ($p = 0,0000$, Tab. 25).

Die Analyse der Stammquerschnittsflächen unter Berücksichtigung der Leitbodenformen und der Bodenarten deutete auf Wechselwirkungen der Bodenarten des Oberbodens und dem Schichtaufbau des Unterbodens hin. Der Einfluss der Kombinationspaare von Leitbodenformen/ Bodenarten auf die Stammquerschnittsflächen wurde mit der Varianzanalyse geprüft und konnte statistisch gesichert werden

($p = 0,0000$). Die Ergebnisse der Mittelwertvergleiche sind in Anlage 2, Tab. 1 dargestellt.

Die größten Zuwachsleistungen an Stammquerschnittsflächen der Bäume wurden bei den Leitbodenformen bei unterschiedlichen Bodenarten erreicht. Standorte mit Tieflehm- Fahlerden (Bodenzahlen 12-26) ermöglichten den Bäumen mittlere bis hohe vegetative Leistungen. Sie lagen über denen der Bäume auf Sand-Rosterden und Sand- Braunerden. Die größten Stammquerschnittsflächen wurden auf Tieflehm-Fahlerden mit Bodenzahlen von durchschnittlich 34-28 erreicht. An Standorten mit der Bodenart IS 3D wurden diese Stammquerschnittsflächen nicht erreicht.

Bei den Standorten mit Sand-Rosterden nahm die vegetative Leistung der Bäume mit Steigerung der Bodenzahlen zu. Die Maximumwerte lagen bei durchschnittlichen Bodenzahlen von 50-44.

Die Sand-Braunerden nahmen eine Mittelstellung zwischen den Tieflehm-Fahlerden und den Sand-Rosterden ein. Die höchste vegetative Leistung wurde an SI 3D Standorten (Bodenzahlen 42-35) erzielt. Die relativ geringen Stammquerschnittsflächen an Standorten mit durchschnittlichen Bodenzahlen von 50-44 standen im Zusammenhang mit der Höhe des Lehmantels im Oberboden, dem Wasserhalte- und Wassernachlieferungsvermögen der Grund- und Stauwasser fernen Lehmstandorte und den Niederschlägen von April bis Oktober (4. 2. 2).

Tab. 25: Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel'

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 9 Bodenarten, student Newman- Keuls Test, significance level 0,05

Allee Zaf, Sorte: 'Klarapfel' Boden- / Bodenwasserverhältnisse: D 1a-1, D 3a-1, D 4a-1										
		Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)								
mean in cm ²		20-16 (S 5D)	26-21 (S 4D)	50-44 (IS 3D)	33-27 (S 3D)	15-12 (S 6D)	21-17 (SI 6D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	34-28 (SI 4D)
227,53	20-16 (S 5 D)									
258,09	26-21 (S 4D)									
280,71	50-44 (IS 3D)									
286,80	33-27 (S 3D)									
326,86	15-12 (S 6D)									
378,65	21-17 (SI 6D)									
434,27	42-35 (SI 3D)	*	*	*		*				
447,44	43-37 (IS 4D)									
457,08	34-28 (SI 4D)	*	*	*		*				

*signifikante Unterschiede

Beachtlich sind die weit über den Durchschnittswerten liegenden Stammquerschnittsflächen auf den D 4a-1/S 6D Standorten. Gegenüber den Mittelwerten wurde der positive Einfluss der D 4a-1 Standorte (Bodenzahlen 12-50) auf die Wuchsstärke der Bäume deutlich. Vergleichbar hohe vegetative Leistungen wurden an D 3a-1 und D 1a-1 Standorten erst mit Bodenzahlen oberhalb 21 erzielt.

Vegetative Leistung der Bäume in der Allee Zf

Die Allee Zf war die älteste Obstallee in der Erhebung. Sie stand an vernässungsfreien Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten und ging auf eine Initialpflanzung im Jahre 1804 zurück (FEUERHAHN 1998). Aus dieser Allee wurden fünf Bäume dendrochronologisch untersucht (4. 2, Apfelbäume f1, f2, f3, f4 und f85).

Der Baumbestand konnte anhand der Sortenstruktur in drei Pflanzserien gegliedert werden (Tab. 25). Je ein Baum der Sorten 'Roter Eiserapfel' und 'Wintergoldparmäne' wurden wegen sehr geringer Stammquerschnittsflächen bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Die Anzahl von 40 Sorten bei 109 Bäumen innerhalb der Allee erschwerte die Bewertung des Einflusses der Leitbodenformen und Bodenarten auf die vegetative Leistung der Bäume (Tab. 26).

Tab. 26: Sorten und Altersstruktur der Apfelbäume in der Allee Zf

Allee: Zf, Obstart Apfel							
Nr.	Sorte	Anzahl	Alters- stufe	Nr.	Sorte	Anzahl	Alters- stufe
1	Adersleber Kalvill I	2	2	21	Rambour	1	2
2	Adersleber Kalvill II	2	2	22	Riesenboikenapfel	1	2
3	Antonowka	1	2	23	Roter Eiserapfel	17	2
4	Damason Renette	4	2	24	Roter Winterstettiner	1	2
5	Englischer Pahlrambour	1	1	25	Roter Wintertaubenapfel	4	2
6	Geflammer Cardinal	3	2	26	Rotgestreifte Gelbe Schafsnase	7	1
7	Gelbe Sächsische Renette	1	2	27	Rötlich punktierte Renette	1	2
8	Gestreifter Beaufin	1	1	28	Safranapfel	1	2
9	Goldrenette Freiherr von Berlepsch	1	3	29	Schöner von Boskoop	2	3
10	Graue Renette	3	2	30	Schweizer Renette	1	3
11	Großer Rheinischer Bohnapfel	3	3	31	Strauwalds Goldparmäne	1	3
12	Großer Schmandapfel	7	1	32	Streifling	1	2
13	Grüner Winterstettiner	1	1	33	Süße Goldrenette	1	2
14	Harberts Renette	1	2	34	Süßer Streifling	1	3
15	Jägers Renette	1	2	35	unbekannt, erste Serie	5	1
16	Kaiser Alexander	1	2	36	unbekannt, zweite Serie	4	2
17	Kaiser Wilhelm	5	3	37	unbekannt, dritte Serie	5	3
18	Kanadarenette	1	3	38	unbekannter Trebnitzer Weg	6	2
19	Landsberger Renette	1	2	39	Unterlage	3	2/3
20	Peter Strupp	1	1	40	Wintergoldparmäne	7	2

Angabe der geschätzten Pflanzzeiträume: Altersstufen 1: ca. 1800-1820, 2: ca. 1890-910, 3: ca. 1930-1960

Eine Zusammenfassung der Sorten wurde notwendig und erfolgte anhand der Altersgruppen. Diese wurden nach historisch belegter Verwendung der Sorten und den Stammquerschnittsflächen erstellt (KÖNIGLICHE LANDESBAUMSCHULE POTSDAM 1823/ 24, 1827/ 28, 1828/ 29, 1842/ 43, 1855/ 56, ILLUSTRIRTES HANDBUCH DER POMOLOGIE 1868-1875, LAUCHE 1883). Die Standdauer der Bäume von 200 Jahren in der Altersstufe 1 und ca. 100 Jahren in der Stufe 2 ließen auf ein ähnliches Reaktionsverhalten der Bäume in den Altersstufen in Bezug auf Frost- und Dürresistenz sowie Wuchsstärke schließen (4. 2. 3, Abb. 21). Die Stammquerschnittsflächen der Bäume der Altersstufe 3 unterlagen einer breiten Variabilität, welche durch mehrere Pflanzserien verursacht sein könnte. Sie wurden bei der Bewertung der Standortwirkung nicht berücksichtigt. Die Verteilung der Bäume in den Altersstufen 1 und 2 auf die Leitbodenformen und Bodenarten war nicht gleichmäßig (Tab. 27 und 28).

Tab. 27: Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zf, Altersstufe 1, Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Allee Zf, Altersstufe: 1		Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)					
Boden- / Bodenwasserverhältnisse		20-21 (S 4D)	34-28 (SI 4D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	50-44 (IS 3D)	gesamt
Leitbodenformen							
D 1a-1 Sand-Rosterde			1			1	2
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflhm-Fahlerde				2			2
D 4a-1 Tieflhm-Fahlerde		2	8	1	1	7	19

mittlere Stammquerschnittsflächen der Bäume in cm²:

blau: 4001-4500, hellblau: 3501-4000, , grün: 3001-3500, hellgrün: 2501-3000, gelb: 2001-2500

Tab. 28: Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zf, Altersstufe 2, Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Allee Zf, Altersstufe: 2	Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)							
Boden- / Bodenwasserverhältnisse Leitbodenformen	20-16 (S 5D)	26-21 (S 4D)	34-28 (SI 4D)	42-35 (SI 3D)	43-37 (IS 4D)	50-44 (IS 3D)	51-45 (SL 4D)	gesamt
D 1a-1 Sand-Rosterde			3	1		1		5
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde			12	8		3		23
D 4a-1 Tieflehm-Fahlerde	1	2	7	0	12	10	1	33
Gesamtergebnis	1	2	22	9	12	14	1	61

mittlere Stammquerschnittsflächen der Bäume in cm²:

blau: 2001-2500, hellblau: 1501-2000, grün: 1001-1500

In der Altersstufe 1 ermöglichten die Tieflehm- Fahlerden (S 4D Standorte, Bodenzahlen 26-21) den Bäumen ebenso wie an Standorten SI 4D bis IS 3D (Bodenzahlen 50-44) eine Lebenserwartung von mehr als 200 Jahren. Die höchste durchschnittliche Leistung erreichten die Bäume auf der Leitbodenform D 3a-1, Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde (Bodenzahlen 42-35). Eine Verallgemeinerung der Aussage war in dieser Allee wegen des geringen Stichprobenumfanges an den S 5D, S 4D und SL 4D Standorten nur bedingt gegeben.

In der Altersstufe 2 wurden mehr als 20 Sorten mit vergleichbarer Wuchsstärke zusammengefasst. Ausreißer mit geringerer vegetativer Leistung wurden der Gruppe 3 zugeordnet (drei Bäume). Die Leitbodenform D 4a-1, Tieflehm-Fahlerde (Bodenzahlen 16-51) ermöglichte in dieser Altersstufe den Bäumen eine Lebenserwartung von mehr als 100 Jahren. Die Wuchsleistung war relativ ausgeglichen. Der Maximalwert wurde von einem Baum an einem SL 4D Standort (Bodenzahlen 51-45) erreicht. An Standorten der Leitbodenform D 3a-1 (Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde) wurden die höchsten durchschnittlichen Leistungen bei Bodenzahlen von 35-50 erzielt.

An D 1a-1 (Sand-Rosterde) Standorten gestatteten die fünf Bäume keine vollständige Bewertung. Die Stammquerschnittsflächen der Bäume an den Standortkombinationen von Leitbodenform/ Bodenart (D 3a-1/ SI 3 und D 1a-1/ SI 3D) bestätigten die bei der Sorte

’Klarapfel’ vorgefundenen Verhältnisse. An D 4a-1 Standorten (Bodenzahlen 16-50) erzielten die Bäume durchschnittliche vegetative Leistungen in der gleichen Größenordnung.

In der Allee Zf erreichten die 100 bzw. 200 jährigen Apfelbäume an Standorten mit Bodenzahlen von 28-51 die maximale vegetative Leistung.

4.3.1.2 Obstart Birne

Bei den untersuchten 820 Bäumen konnten 22 bekannte und 8 unbekannte Tafelbirnen- bzw. großfrüchtige Wirtschaftsbirnensorten nachgewiesen werden (Anlage 1, Tab. 2). Das geschätzte Alter der Bäume liegt in den Bereichen von 30-40 Jahren bei den jüngeren und von 120-160 Jahren bei den älteren Bäumen. Die Häufigkeitsverteilung zwischen den Standorten gestattete ebenso wie

bei der Obstart Apfel nur in begrenztem Maße eine statistische Bewertung des Einflusses der Standortverhältnisse auf die Wuchsleistung (Stammquerschnittsflächen). In den Alleen T und Q traten die höchsten Konzentrationen einzelner Sorten auf (Tab. 29).

Tab. 29: Verteilung der Birnbäume auf die Alleen, fünf häufigste Sorten

Anzahl der Obstbäume je Allee										
	Sorten	A	Q	S	T	X	Zc	Zd	Zf	gesamt
6	Gellerts Butterbirne	0	15	2	144	31	0	5	0	197
9	Gute Luise	2	108	0	0	0	0	0	0	110
12	Marianne	0	1	66	0	0	0	0	0	67
14	Neue Poiteau	0	31	31	0	0	0	1	0	63
11	Köstliche von Charnou	0	8	0	9	36	0	0	0	53

Die Verteilung der Bäume auf die Leitbodenformen und Bodenarten in der Allee T ist sehr ungleichmäßig (Tab. 30). Neun Kombinationsmöglichkeiten der Leitbodenformen und Bodenarten sind nicht besetzt und bei sechs Kombinationspaaren liegt der Stichprobenumfang unter 10 Bäumen. Bei der statistischen Aufbereitung der Daten konnte kein gesicherter Einfluss der Leitbodenformen auf die Ausprägung der Stammquerschnittsflächen nachgewiesen werden ($p = 0,4513$). Gesicherte Einflüsse hatten die Bodenarten ($p = 0,0266$). Die Mittelwertvergleiche wiesen für die Lehmstandorte mit durchschnittlichen Bodenzahlen von 45-38 die höchste vegetative Leistung der Bäume aus (Tab. 31), diese unterschieden sich von den Bäumen der Standorte mit Bodenzahlen von 71-64, welche den höchsten Anteil der Leitbodenform Ton- Amphigley hatten. Die Anteile der Ton-Amphigley- Standorte betrugen in der Kombination mit den Bodenarten L 3Al und IS 3Al ca. 40 bzw. 90 %. Die geringsten Wuchsleistungen wurden auf der Bodenart L 3Al mit Bodenzahlen von 71-79 unabhängig von den Leitbodenformen erzielt. Der Einfluss der Kombinationspaare aus Leitbodenformen und Bodenarten auf die Stammquerschnittsflächen konnte nicht gesichert werden ($p = 0,1492$).

Tab. 30: Verteilung der Birnbäume, Allee: T, Sorte: 'Gellerts Butterbirne', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Allee T, Sorte: 'Gellerts Butterbirne'						
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)						
Boden- / Bodenwasserverhältnisse Leitbodenformen	45-38 (SI 3Al)	53-46 (IS 3Al)	62-55 (SL 3Al)	71-64 (sL 3Al)	79-71 (L 3Al)	gesamt
Al 2a-1 Decklehm-Gley und Sand-Gley			24	39		63
Al 2a-2 Decklehm-Gley	19	1				20
Al 2b-3 Lehmkerf-Amphigley	17		6		4	27
Al 2b-4 Ton-Amphigley	9	7		15	3	34

mittlere Stammquerschnittsflächen der Bäume in cm²:

blau: 1101-1200, hellblau: 1001-1100, grün: 901-1000, hellgrün: 801-900, gelb: 701-800

Tab. 31: Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen, Allee: T, Sorte: 'Gellerts Butterbirne', student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

Allee T, Sorte: 'Gellerts Butterbirne' Boden- / Bodenwasserverhältnisse: Al 2a-2, Al 2b-3, Al 2b-4						
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)						
mean in cm ²		79-71 (L 3Al)	53-46 (IS 3Al)	71-64 (sL 3Al)	62-55 (SL 3Al)	45-38 (SI 3Al)
762,91	79-71 (L 3Al)					
908,66	53-46 (IS 3Al)					
933,72	71-64 (sL 3Al)					
972,73	62-55 (SL 3Al)					
1077,85	45-38 (SI 3Al)			*		

*signifikante Unterschiede

Die Bewertung der Sorte 'Gute Luise' in der Allee Q wurde durch mehrere Pflanzserien innerhalb der Sorten erschwert. Die Stammquerschnittsfläche des dünnsten Baumes betrug 2,65 % des stärksten. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurden alle Bäume mit Stammquerschnittsflächen oberhalb 1.250 und unterhalb 100 cm² nicht berücksichtigt. Es handelte sich um sechs Bäume. Die Bäume mit Stammquerschnittsflächen von 2.872 bis 3.677 cm² sind Restbestände (Überhälter) aus der vorangegangenen Pflanzserie. Das Alter dieser Bäume lag ca. 80 bis 120 Jahre über dem des Kernbestandes mit 30-40 Jahren. Der Baum mit 97 cm² Stammquerschnittsfläche wurde später gepflanzt oder durch unbekannte Schädursachen in der Entwicklung gehemmt. Er wurde bei der Bewertung der Stammquerschnittsflächen des Kernbestandes nicht berücksichtigt (Tab. 32).

Tab. 32: Mittlere Stammquerschnittsflächen je Sorte, Allee: Q, alle Sorten

Allee Q, alle Sorten					
Stammquerschnittsflächen					
Sorte	Anzahl Bäume	Mittelwert in cm ²	Sorte	Anzahl Bäume	Mittelwert in cm ²
Gellerts Butterbirne	13	635,92	Prinzessin Marianne	1	673,54
Gute Luise	103	570,68	Trevoux	40	388,99
Konferenzbirne	32	537,55	unbekannt	16	347,93
Köstliche von Charneu	8	622,08	Unterlage	2	283,46
Neue Poiteau	31	609,16	Williams Christ	19	375,75

In der Allee Q wurden bei gleichem Wertebereich der Bodenzahlen 38-73 neun Bodenarten gegenüber fünf in der Allee T nachgewiesen. Die Leitbodenform Al 2a-1 (Decklehm-Gley und Sand-Gley) kam in der Allee T nicht vor (Tab. 33).

Tab. 33: Verteilung der Birnbäume, Allee: Q, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Allee Q, Sorte: 'Gute Luise'										
Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)										
Boden- Bodenwasserverhältnisse Leitbodenformen	45-38 (SI 3 AI)	45-39 (IS 4AI)	53-46 (IS 3AI)	54-47 (SL 4AI)	62-55 (SL 3AI)	63-56 (sL 4AI)	64-57 (LT 4AI)	71-64 (sL 3AI)	73-65 (LT 3AI)	gesamt
AI 2a-2 Decklehm-Gley						3	2			5
AI 2b-3 Lehmkerf-Amphigley		12		27		9	1	13	17	79
AI 2b-4 Ton-Amphigley	1		3		7	4		1	1	19
Allee Q, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau'										
AI 2a-2 Decklehm-Gley				3		46	19			68
AI 2b-3 Lehmkerf-Amphigley		12		31		10	2	13	17	85
AI 2b-4 Ton-Amphigley	1		3		18	8		1	1	34

durchschnittliche Stammquerschnittsflächen der Bäume in cm²:

blau: 801-900, hellblau: 701-800, grün: 601-700, hellgrün: 501-600, gelb: 401-500

Der Einfluss der Leitbodenformen auf die Stammquerschnittsflächen ist statistisch gesichert

($p = 0,0000$, Mittelwertvergleiche Anlage 2, Tab. 2).

Die höchste vegetative Leistung erzielten die Bäume an Standorten mit der Leitbodenform

AI 2b-4 (Ton-Amphigley). Innerhalb dieser Leitbodenform wurden die größten Stammquerschnittsflächen an sL 3AI Standorten (Bodenzahlen 71-64) erreicht.

Die Erweiterung der Datenbasis um die Sorten 'Gellerts Butterbirne', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu' und 'Neue Poiteau' mit vergleichbarer Wuchsstärke zur Sorte 'Gute Luise', ermöglichte die Bewertung der Kombinationen der Leitbodenform AI 2a-2 (Decklehm - Gley) mit der Bodenart SL 4AI.

Der Einfluss der Bodenarten auf die Ausprägung der Stammquerschnittsflächen konnte statistisch gesichert werden ($p = 0,0001$, Mittelwertvergleiche Anlage 2, Tab. 3).

Die Bäume zeigten an den Lehmstandorten (Bodenzahlen 39-73) ausgeglichene vegetative Leistungen. Innerhalb der Leitbodenform AI 2b-3 (Lehmkerf-Amphigley) traten an den Bodenarten IS 4AI und sL 3AI mit Bodenzahlen von 46-71 die größten Zuwachsleistungen auf. Qualitative Unterschiede bestanden zu den Tonstandorten. Die Bäume auf Lehmstandorten erreichten die Werte der Leitbodenform AI 2b-4 nicht.

Durch die Varianzanalysen konnten für die Sortengruppe 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau' gesicherte Einflüsse der Kombinationspaare aus Leitbodenformen und Bodenarten auf die Stammquerschnittsflächen nachgewiesen werden ($p = 0,0000$, Mittelwertvergleiche Anlage 2, Tab. 4). Gegenüber der Betrachtung der Sortengruppe veränderte sich die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der sortenreinen Betrachtung des Einflusses der Kombinationspaare ('Gute Luise') nur unwesentlich ($p = 0,0047$).

4.4 Variabilität von Apfelbäumen auf der Unterlage A2

4.4.1 Variabilität der vegetativen und generativen Leistung

Die Apfelbäume zeigten trotz gleicher Standortverhältnisse, genetisch identischer Gehölzunterlagen und einheitlicher Pflegebedingungen Unterschiede in der vegetativen und generativen Leistung. Sie konnten zwischen den Bäumen verschiedener Sorten und innerhalb der Sorten nachgewiesen werden (Tab. 34). Auf die statistische Bewertung des Sorteneinflusses wurde wegen der geringen Wiederholungszahl je Sorte verzichtet. Geringes Wachstum zeigten die Sorten 'Ontario', 'Zuccalmaglio', 'Hajkowa Muskatrenette', 'Salome', und 'Spätblühender Taffetapfel'. Die Sorten 'Coulon Renette', 'Harberts Renette', 'Martini', 'Roter Boskoop' und 'Schöner aus Nordhausen' wiesen das stärkste Wachstum auf. Die höchsten Ertragsleistungen wurden von den Sorten 'Creo', 'Landsberger Renette', 'Coulon Renette', 'Berliner Blenheim' und 'Kaiser Wilhelm' erzielt. Für die 66 Apfelbäume wurden die Beziehungen zwischen dem vegetativen und den generativen Merkmalen untersucht (Tab. 35).

Die positive Beziehung zwischen den Merkmalen Stammquerschnittsfläche und Kumulativvertrag ist statistisch gesichert. Mit steigender Wuchsleistung erhöhten sich die kumulativen Erträge (Abb. 28). Das Bestimmtheitsmaß ($r^2 = 0,4199$) weist auf den Einfluss weiterer Größen hin.

Tab. 34: Sortenmittelwerte für die Merkmale Stammquerschnittsfläche, Kumulativvertrag und spezifischer Kumulativvertrag

Mittelwerte der Sorten			
Sorten	Stammquerschnittsfläche cm ²	Kumulativertrag kg/ Baum	spezifischer Kumulativertrag kg/ cm ²
Ontario	24,4	50,4	2,07
Zuccalmaglio	27,9	74,4	2,67
Hajkova Muskatrenette	28,3	86,0	3,04
Salome'	31,3	82,3	2,63
Spätblühender Taffetapfel	31,5	31,3	1,00
Safranapfel	32,7	44,6	1,36
Simirenko	32,9	57,3	1,74
Joh. Böttner	38,0	135,0	3,56
Krügers Dickstiel	41,3	40,5	0,98
Orleans Renette	42,5	41,5	0,98
Bohnapfel	49,2	86,4	1,76
Landsberger Renette	51,7	228,9	4,43
Minister von Hammerstein	52,1	175,1	3,36
Bittenfelder	53,5	48,6	0,91
Schweizer Orangen	55,3	107,3	1,94
Brettacher	55,6	37,3	0,67
Ananas Renette	58,2	120,8	2,08
Wintergoldparmäne	62,6	155,3	2,48
Jonathan	74,0	164,8	2,23
Weißer Wintercalvill	74,8	117,6	1,57
Creo	75,7	187,9	2,48
Gascoynes Scharlachroter	80,4	136,0	1,69
Kaiser Wilhelm	80,9	176,4	2,18
Kasseler Renette	81,9	184,3	2,25
Berliner Blenheim	83,6	174,6	2,09
Boikenapfel	84,2	170,1	2,02
Baldwin	84,2	123,4	1,47
Gelber Bellefleur	94,5	161,7	1,71
Schöner aus Nordhausen	96,9	163,0	1,68
Roter Boskoop	97,7	111,9	1,15
Martini	105,9	145,0	1,37
Harberts Renette	118,9	112,6	0,95
Coulon Renette	126,7	222,3	1,75

Tab. 35: Korrelationskoeffizienten für die Merkmale Stammquerschnittsfläche, Kumulativertrag und spezifischer Kumulativertrag

	spezifischer Kumulativertrag kg je cm ² Stammquerschnittsfläche	Stammquerschnittsfläche cm ²
Kumulativertrag kg je Baum	r = 0,5351 (p = 0,0000)	r = 0,648 (p = ,0000)
spezifischer Kumulativertrag kg je cm ² Stammquerschnittsfläche		r = -0,2322 (p = ,0607)

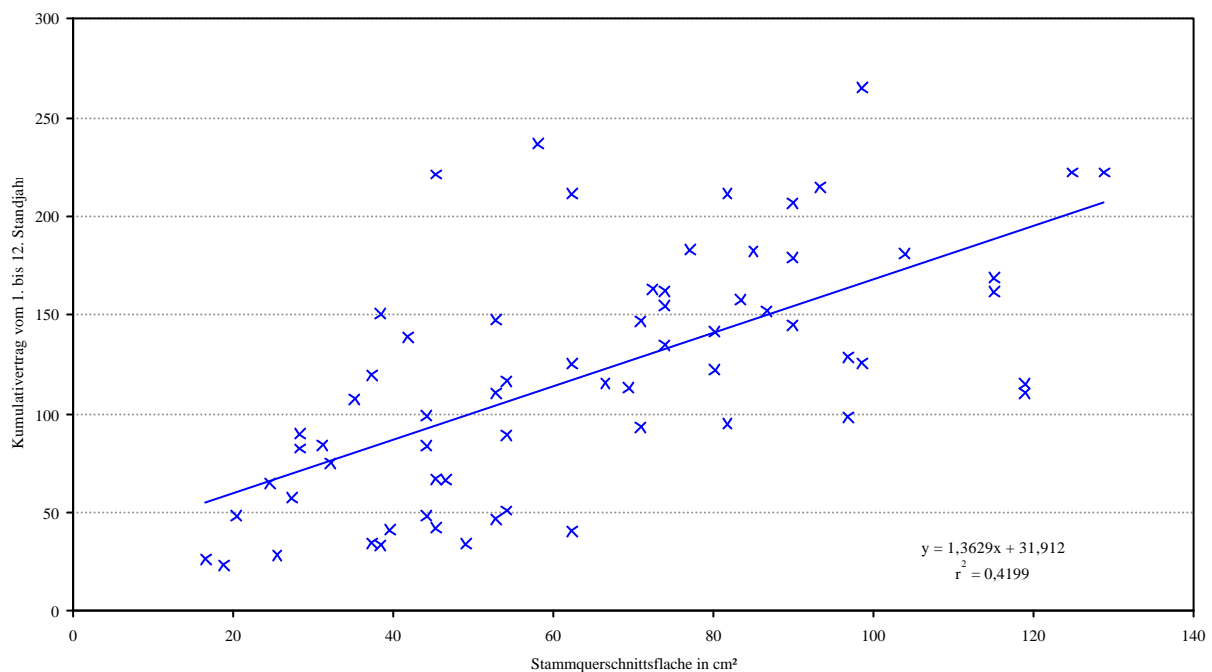


Abb. 28: Regressionsgerade für den Zusammenhang zwischen Stammquerschnittsfläche und Kumulativertrag

Zwischen der Stammquerschnittsfläche und dem spezifischen Kumulativertrag besteht keine statistisch gesicherte Beziehung ($p = 0,0607$, $r^2 = 0,0539$, Abb. 29).

Bei vergleichbaren Wuchsleistungen zeigten die Bäume stark abweichende spezifische Kumulativerträge. So zum Beispiel die Sorten 'Johannes Böttner' und 'Krügers Dickstiel'. Bei Stammquerschnittsflächen von ca. 40 cm² erbrachten die Bäume der Sorte 'Johannes Böttner' mit 3,56 kg je cm² Stammquerschnittsfläche gegenüber 0,98 kg je cm² Stammquerschnittsfläche der Sorte 'Krügers Dickstiel' mehr als den dreifachen Ertrag.

Ein negativer Zusammenhang zwischen der Wuchsstärke und dem spezifischen Kumulativertrag deutete sich bei den sechs starkwachsenden Sorten 'Coulon Renette', 'Harberts Renette', 'Martini', 'Roter Boskoop', 'Schöner aus Nordhausen' und 'Gelber Bellefleur' in dem Untersuchungszeitraum an. Bei Stammquerschnittsflächen von mehr als 96 cm² wurden von diesen Sorten spezifische Kumulativerträge von 1,8 kg je cm² Stammquerschnittsfläche nicht erreicht.

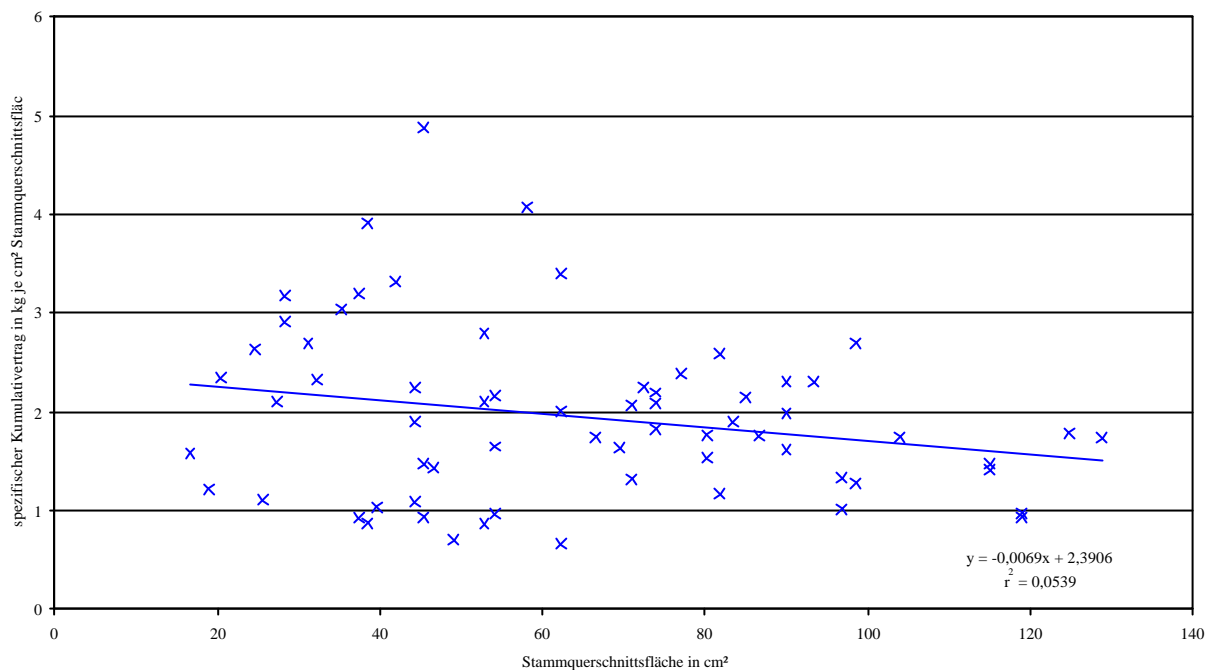


Abb. 29: Regressionsgerade für den Zusammenhang zwischen Stammquerschnittsfläche und spezifischem Kumulativtrag

Die jährlichen Erträge der Bäume unterlagen individuellen Schwankungen (Abb. 30). Neben Bäumen mit ausgeprägten Alternanzzyklen traten solche mit jährlich ausgeglichenen Ertragsleistungen auf. Unterschiede in der Ertragsbildung konnten auch zwischen den beiden Bäumen einer Sorten-Unterlagen-Kombination auftreten. Schwankungen in der jährlichen Ertragsleistung wirkten sich nicht auf die Höhe der Kumulativträge aus. Von den sechs Bäumen mit der höchsten Ertragsleistung zeigten vier starke Alternanzkurven.

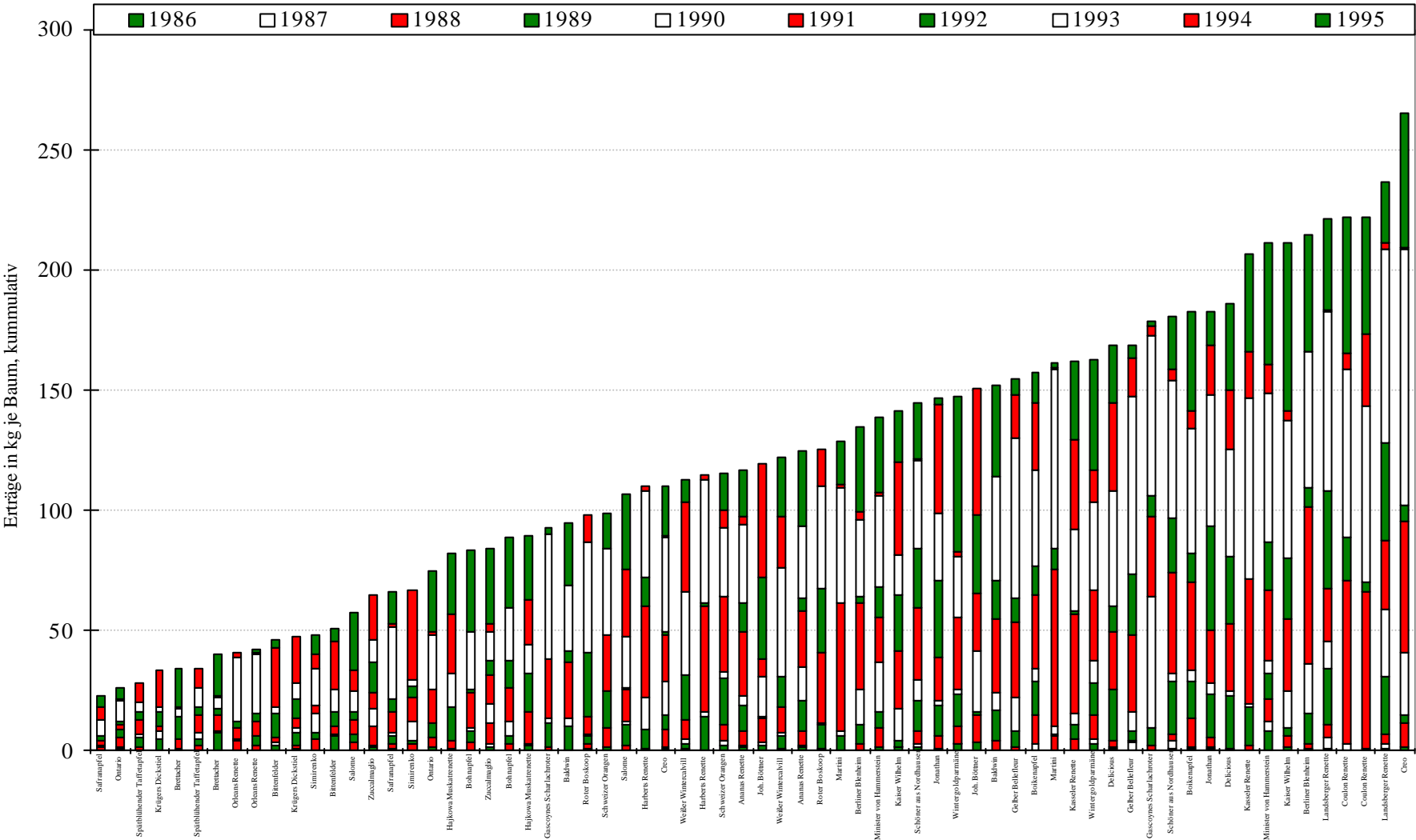


Abb. 30: Kumulativträge von 33 Apfelsorten auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr) getrennt nach Einzelbäumen

4.4.2 Wechselwirkung von vegetativer und generativer Leistung

Die Höhe der jährlichen Erträge hatte einen direkten Einfluss auf die vegetative Leistung der Gehölze (Abb. 31 und 32). In Jahren mit hohen Erträgen wurden nur geringe bis mittlere Zuwachsleistungen gemessen.

Die Sorten 'Coulon Renette' und 'Landsberger Renette' unterschieden sich in der jährlichen Zuwachsleistung. Der deutliche Alternanzzyklus, wie er bei der Sorte 'Coulon Renette' auftrat, konnte bei der Sorte 'Landsberger Renette' innerhalb des Untersuchungszeitraumes nicht nachgewiesen werden. Diese Sorte zeigte einen ausgeglichenen Zuwachs an Stammquerschnittsfläche. Geringe Wuchsdepressionen traten bei der 'Landsberger Renette' in den ertragreichen Jahren 1989 und 1992 auf.

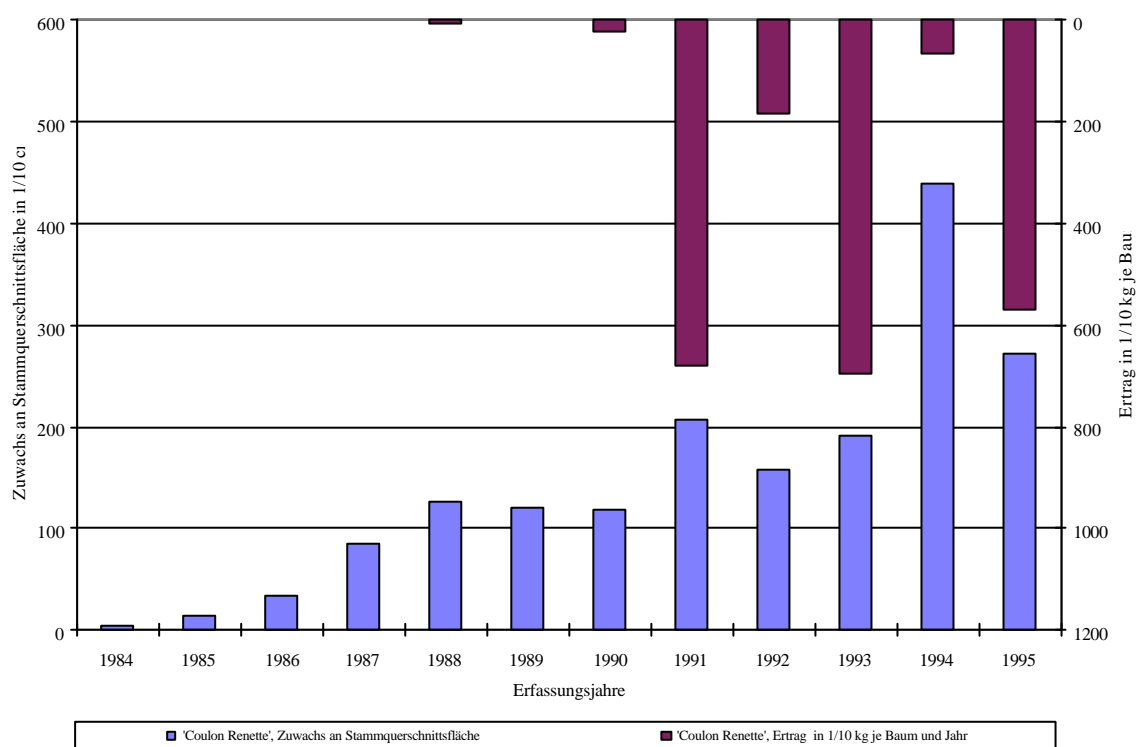


Abb. 31: Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche und Ertrag eines Apfelbaumes der Sorte 'Coulon Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr)

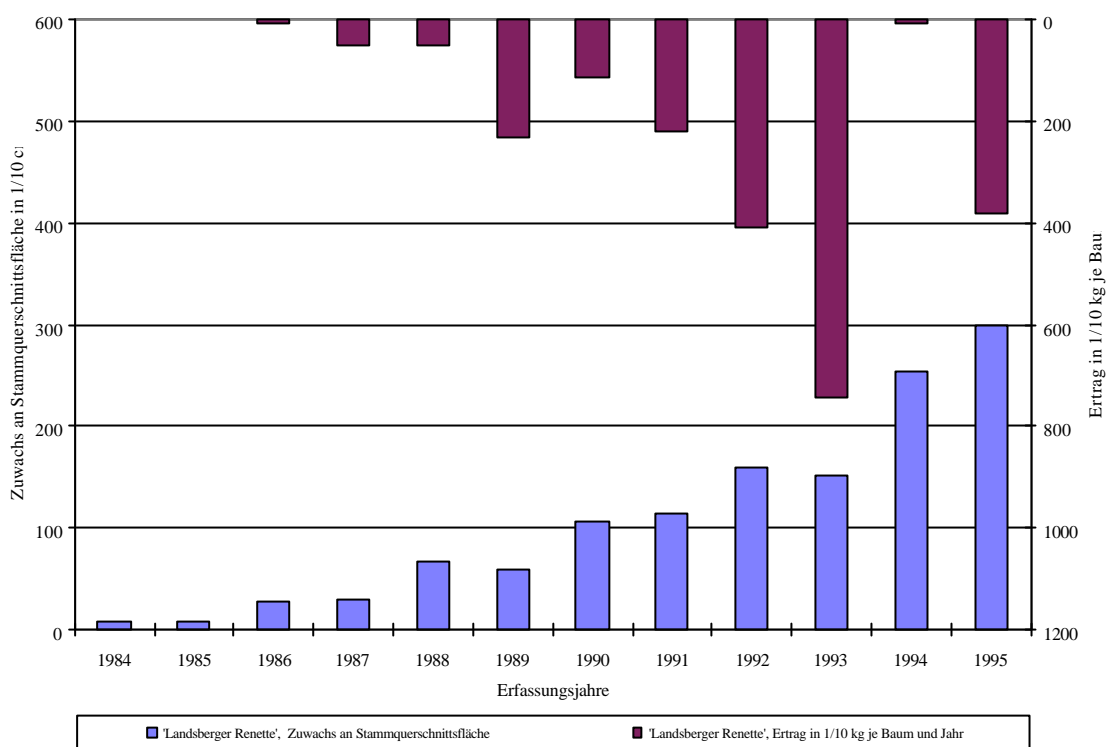


Abb. 32: Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche und Ertrag eines Apfelbaumes der Sorte 'Landsberger Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr)

4.4.3 Witterung und Zuwachsleistung

Außer von der Ertragsleistung wurde die vegetative Leistung der Bäume auch von der Höhe der Niederschläge während der Vegetationsperiode beeinflusst (Abb. 33).

Die drei trockenen Jahre 1988, 1989 und 1992 führten direkt und indirekt zu einer Verminderung der vegetativen Leistung der Bäume. Der Baum der 'Landsberger Renette' reagierte auf die geringen Niederschläge der Jahre 1988 und 1992 mit einer starken Blütenknospendifferenzierung und Ertragsbildung im darauffolgenden Jahr. Der Baum durchlief als Stressreaktion eine verlängerte Phase mit stagnierender Zuwachsleistung. Das ertragsschwache Jahr 1994 ermöglichte dem Baum einen hohen Zuwachs.

Der Baum der 'Coulon Renette' zeigte in den ersten Standjahren geringe Ertragsleistungen. Die mangelnden Niederschläge während der Vegetationsperiode des Jahres 1989 führten zu einer Schwächung des Baumes, welche bis in das Jahr 1990 anhielt. Die mittlere Höhe der Niederschläge des Jahres 1991 ermöglichten dem Baum trotz einer sehr hohen Ertragsleistung von 70 kg eine Steigerung der vegetativen Leistung. Die Reaktionen des Baumes nach dem trockenen Jahr 1992 äußerten sich in einer sehr hohen Ertragsleistung im Jahr 1993 und nur mittleren Zuwachsleistungen an Stammquerschnittsfläche. Im ertragsschwachen Jahr 1994 erreichte der Baum die höchste Zuwachsleistung innerhalb des Erfassungszeitraumes. Die Entwicklung der Erträge und der Zuwachsleistung zeigten die Wechselwirkungen zwischen beiden Merkmalen auf. Der Trockenstress in den Jahren 1988, 1989 und 1992 überprägte die Zuwachsleistung des Baumes direkt und

indirekt.

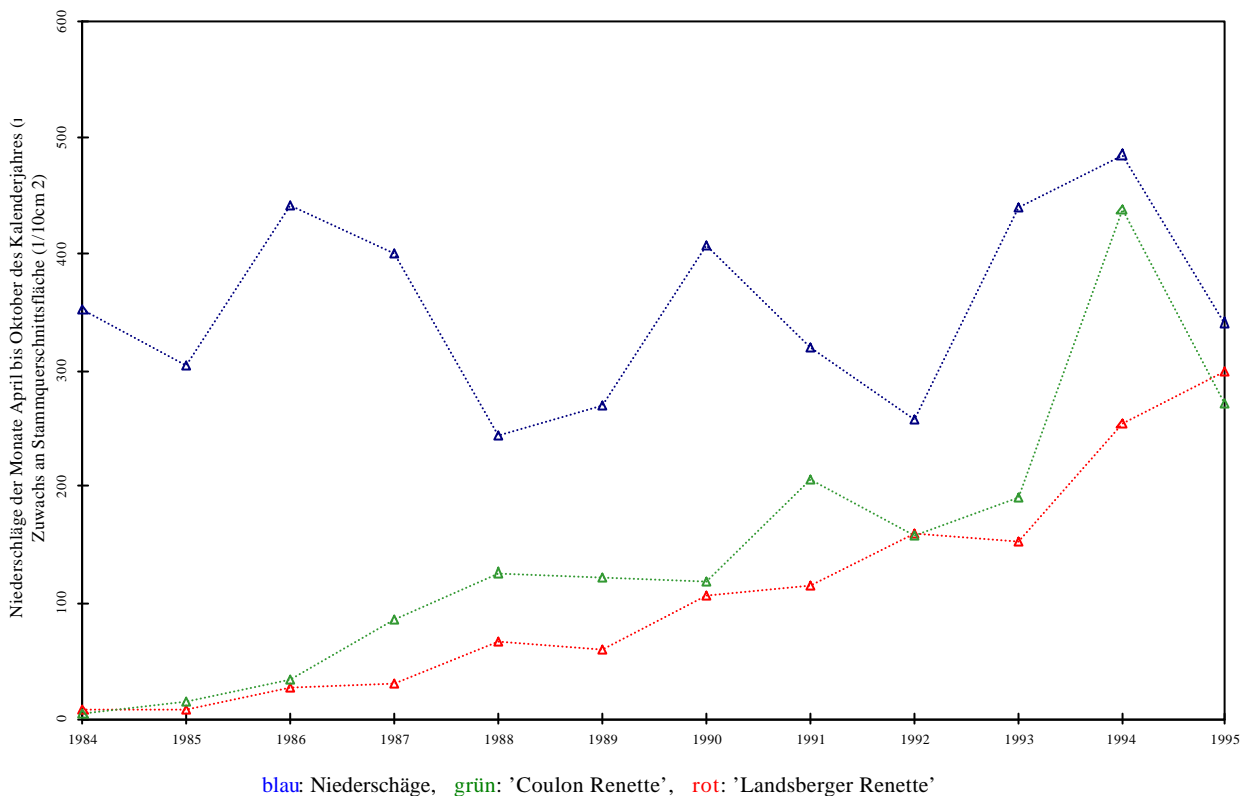


Abb. 33: Stammquerschnittsflächen von Apfelbäumen der Sorten 'Landsberger Renette' und 'Coulon Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr) sowie jährliche Niederschläge während der Vegetationsperiode

5 Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Das Land Brandenburg ist reich an alten Obstgehölzen. Eine Vielzahl an Kernobstsorten, bei der Obstart Apfel mehr als 800, und das Alter einzelner Pflanzungen mit bis zu 200 Jahren bei Äpfeln und mehr als 300 Jahren bei Birnen wurden in einem Modellvorhaben von 1994-98 erfasst und bewertet. Dieser Reichtum an genetischen Ressourcen wurde wegen der überwiegend leichten Böden und des relativ rauen Klimas nicht vermutet (SCHWÄRZEL und SCHWÄRZEL 1999). Die Regionen in denen die Bäume sehr alt wurden, sind räumlich getrennt und unterscheiden sich in den Bodenwasserverhältnissen und den Klimazonen (Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR, HEYER 1962). Neben Grund- bzw. Stauwasser fernem traten Stauwasser beeinflusste Diluvialstandorte und im Bereich des Oderbruchs Grund- bzw. Stauwasser beeinflusste Alluvialstandorte auf.

Um den extensiven Anbau von hochstämmigen Obstbäumen als wesentliches Element einer artenreichen Kulturlandschaft künftig zu erhalten, war es notwendig, die Bedingungen, unter denen die Obstbäume eine hohe Wachstumsintensität und Lebenserwartung erzielen konnten, zu analysieren.

Durch dendrochronologische Untersuchungen an Obstbäumen, welche die gesamte natürliche Standdauer der Bäume erfassten, konnten für den Zeitraum von 1871-1996 Positiv- und Negativweiserjahre und der Einfluss der Standortfaktoren auf die Zuwachsleistung

nachgewiesen werden. Da für die Untersuchungen tote Bäume verwendet wurden, waren zunächst das Alter und die Lebenszeiträume der Bäume unbekannt. Die Bestimmung der Anzahl der Erfassungsjahre war durch Auszählung der Jahresringe gegeben. Die Grundlage für die Zuordnung der Erfassungsjahre zu den Lebenszeiträumen bildete die Reaktion auf obstbauliche Schadwinter (GOETHE 1908, GOLLMICK 1941, RUDORF, SCHMIDT und ROMBACH 1942, KEMMER und SCHULZ 1952). Die Analyse der Wintertemperaturen ab 1767 wies starke Jahreseinflüsse aus. Die extremen Wintertemperaturen der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts traten in den nachfolgenden 150 Jahren nicht auf. Von besonderer Bedeutung für die Zuordnung der Lebenszeiträume waren die Jahre 1929, 1940 und 1942 sowie 1954 und 1956 (Negativweiserjahre mit Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres über 350°C , strenge Winter nach HELLMANN 1917). Die Zuordnung der Lebenszeiträume bei den Obstbäumen erfolgte ausschließlich auf der Grundlage der obstbaulich bedeutsamen Schadwinter, da die Übertragbarkeit der Ergebnisse der forstlichen Dendrochronologien auf den Obstbau nicht geprüft und wegen der unterschiedlichen Winterfrosthärte der Gehölze fraglich war. Die Verwendung weiterer Klimafaktoren wie zum Beispiel die Höhe der jährlichen Niederschläge war wegen der nachgewiesenen Beziehungen zwischen den Gehölzen, den Bodenwasserverhältnissen und der Niederschlagsverteilung nicht möglich (PILGER 1951, WAZNY 1990). Die Richtigkeit der Zuordnung der Lebenszeiträume auf der Basis der strengen Winter bei den Obstbäumen wurde durch die niederschlagsabhängige Zuwachsleistung an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten bestätigt (Jahre mit verminderter Zuwachsleistung 1911, 1913, 1947, 1976, 1988, 1989 und 1992, Jahre mit erhöhter Zuwachsleistung 1954-1956). Die kombinierte Wirkung ungünstiger Witterungsverläufe auf die Zuwachsleistung der Bäume konnte durch die Definition und Einführung neuer Klimakennziffern (Niederschläge je Bezugsjahr, Klimaindex aus den Niederschlägen der Vegetationsperiode und den negativen Gradsummen des vorangegangenen Winterhalbjahres) aufgezeigt werden. Die Unterschiede zu den Indexwerten von LANG, REICHEL und DE MARTONNE (zitiert bei NEBE 1992) beruhen auf einer unterschiedlichen Zusammenfassung der Niederschläge. Der Klimaindex und die Niederschlagsverteilung während des Untersuchungszeitraumes von 1893-1996 wiesen auf eine Zunahme ungünstiger Witterungserscheinungen hin. Bedeutsam für den hochstämmigen Obstanbau auf Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten war in erster Linie die gehäufte Verminderung der Niederschläge während der Vegetationsperioden ab 1976 unter 300 mm.

Die dendrochronologisch untersuchten Obstbäume unterschieden sich in mehreren Merkmalen. Für 25 Apfel-, 3 Birn-, 2 Süsskirsch- und 2 Pflaumen/ Zwetschenbäume war eine Zuordnung der Arten möglich. Aussagen zu den jeweiligen Sorten konnten nicht gemacht werden. Aus den Empfehlungen in den Pomologien und Obstbaulehrbüchern des 19. und 20. Jahrhunderts ist eine Beschränkung der Sorten für Obstäcker und Wegbegleitpflanzungen aufgrund der Lebenserwartung, Standortansprüche, Wuchsstärke oder Anfälligkeit der Früchte bekannt (Illustriertes Handbuch der Obstkunde 1864-1875, GAUCHER 1902, BECHTLE 1908), so dass bei Pflanzungen von hochstämmigen Gehölzen Sorten mit ähnlichem Anbauwert berücksichtigt wurden bzw. nicht geeignete Kombinationen nicht überlebten. Die Verwendung von Sämlingsunterlagen für die Anzucht von Hochstämmen erscheint wahrscheinlich und wird durch genetische Untersuchungen an Apfelunterlagen des 18., 19. und 20. Jahrhunderts von LENTZSCH (1998) bestätigt. Es konnten keine identischen Genotypen bei den Unterlagen nachgewiesen werden. Aus der Anzahl an Erfassungsjahren und den Lebenszeiträumen der Bäume resultierten unterschiedliche Belastungen durch Winterfröste. Die ältesten Bäume mit

105-121 Erfassungsjahren überstanden 11, zum Teil sehr strenge Winter, während der jüngste Baum mit 33 Jahren nur 4 strengen Wintern ausgesetzt war. Weitere Unterschiede bestanden in der durchschnittlichen Wachstumsintensität. Der jüngste Baum wies mit 33 Erfassungsjahren einen Stammumfang von 1,74 m auf, während der älteste mit 121 Erfassungsjahren nur 1,47 m Stammumfang erreichte. Die Spannen der durchschnittlichen Zuwachsleistungen bezogen auf die Stammquerschnittsfläche betrugen 9,40 bis 73,4 cm² je Jahr. Den größten Einfluss übten die Bodenwasserverhältnisse aus. Bei den Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten erreichten die Apfelbäume (43-67 Erfassungsjahre) durchschnittliche Zuwachsleistungen von 27,9-37,3 cm² Stammquerschnittsfläche je Jahr. Absenkungen der Wasserstände zum Beispiel durch meliorative Maßnahmen konnten wie an dem Standort Batzlow zu Beginn der 70er Jahre zu einer nachhaltigen Verminderung der Zuwachsleistung führen. Die Untersuchungen von WAZNY (1990) an Eichenbeständen in Polen bestätigten den negativen Einfluss großflächiger Wasserabsenkungen auf die Zuwachsleistung.

An Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten lagen die Durchschnittswerte der Apfelbäume (43-121 Erfassungsjahre) mit 12,0-18,9 cm² Stammquerschnittsfläche je Jahr unter denen an Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten. Abweichend zeigten einzelne Bäume an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten eine höhere Wachstumsintensität. Bei den Apfelbäumen J und c85/86 lagen die Zuwachsleistungen im Bereich von 23,6-27,3 cm² Stammquerschnittsfläche je Jahr. Als Ursachen für die höhere Zuwachsleistung kamen die individuelle Wuchsstärke der Sorten-Unterlagen-Kombination und kleinräumig begrenzte Unterschiede in der Wasserversorgung an den Gehölzstandorten in Frage.

Die Analyse der Einflussgrößen auf die Zuwachsleistung erforderte eine schrittweise Bewertung von Einzelfaktoren.

Im Vergleich zu den forstlichen Gehölzen wiesen die hochstämmigen Obstgehölze sehr starke Jahresschwankungen in der Zuwachsleistung aus, die nicht mit Witterungsverläufen (Winterfrösten oder Dürrestress) erklärbar waren (MATSCHE 1992). Phasen mit regelmäßigem Wechsel von hohen und niedrigen Zuwachsleistungen basierten mit großer Wahrscheinlichkeit auf dem Ertragszyklus des jeweiligen Baumes. ABBASS (1972) stellte diesen Zusammenhang bei seinen dendrochronologischen Untersuchungen an 22 jährigen Apfelbäumen auf Klonunterlagen erstmals fest. Auch HOLMSGÅRD zitiert bei WILPERT (1992) konnte an 100 jährigen Buchen nachweisen, dass in Mastjahren (Vollertrag) die Zuwachsleistung in dem betreffenden Jahr und zum Teil in den nachfolgenden Jahren negativ beeinflusst wurde. Die Möglichkeit der mehrjährigen Schwächung der Bäume nach einem Vollertrag geht aus den Beschreibungen des Verhaltens der alten Kernobstsorten hervor. Aus den Pomologien (Illustriertes Handbuch der Pomologie 1864-1875, KOLOC 1967 und PETZOLD 1989) war bekannt, dass einzelne Sorten einen dreijährigen Alternanzzyklus aufweisen oder unregelmäßig fruchteten. Diese Aussagen stützten sich überwiegend auf Beobachtungen an alten hochstämmigen Obstbäumen.

Der Einfluss der Niederschlagsmengen und der Bodenverhältnisse auf die Entwicklung der Gehölze wurde durch die Kurvenglättung und die Bereinigung der Winterfrost und Alternanz bedingten Schwankungen deutlich. Die jährlichen Schwankungen der Niederschlagsmengen je Vegetationsperiode oder Bezugsjahr waren hoch. Die Gesamtmenge mit durchschnittlich 378,4 mm je Vegetationsperiode und 587,6 mm je Bezugsjahr entsprachen einer geringen bis mittleren Versorgung. In dem Zeitraum von 1893-1997 trat nur eine Serie (1954-56) mit drei aufeinander folgenden niederschlagsreichen Jahren auf und gestattete Rückschlüsse auf die Beeinflussung der vegetativen Leistung. In dieser Zeitspanne konnten an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten

bei ca. 70 und 100 jährigen Bäumen erhöhte Zuwachsleistungen nachgewiesen werden (Positivweiserjahre). Die durch höhere vegetative Leistungen aufgefallenen Apfelbäume J, c85/86 reagierten nicht auf die Erhöhung der Niederschlagsmengen mit einer gesteigerten Zuwachsleistung, was für eine ausreichende Wasserversorgung in den vorangegangenen Jahren durch die Nachlieferung aus dem Boden spricht.

Niederschlagsabhängige Reaktionen der Bäume von Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten traten nicht auf, oder konnten wegen der künstlichen Regulierung der Wasserstände im Oderbruch oder in dem Siedlungsbereich der Orte Batzlow und Müncheberg nicht nachgewiesen werden (Meliorationsmaßnahmen und Pumpstationen).

Die Stichprobenumfänge der anderen Obstarten gestatteten keine separate Bewertung. Die bei den 32 Obstbäumen enthaltenen Bäume der Arten Birne, Pflaume/ Zwetsche und Süßkirsche zeigten ähnliche Reaktionen wie die Apfelbäume.

Da mit den dendrochronologischen Untersuchungen die Beziehungen zwischen Wuchsleistung und den Boden-/ Bodenwasserverhältnissen nur bedingt erklärt werden konnten, wurde an umfangreichen Beständen hochstämmiger Obstbäume (Alleen) unterschiedlicher Altersstufen dieser Zusammenhang untersucht. Für die Einschätzung der Qualität landwirtschaftlich genutzter Böden standen das Kartenmaterial der Reichsbodenschätzung und der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung der DDR zur Verfügung. Die Reichsbodenschätzung analysierte die Bodenarten (heute Körnungsarten) der Böden sehr genau und leitete Wertzahlen für den Anbauwert landwirtschaftlicher Kulturen ab. Die Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung berücksichtigte in stärkerem Maße den Schichtaufbau der Böden und die Wasserversorgung und legte keine Wertzahlen für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen fest. Bei der Wasserbeeinflussung der Standorte wurden die Stufen Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, teilweise Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst und Grund- bzw. Stauwasser fern unterschieden. Eine eindeutige Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse für die Gehölze in der zweiten Stufe war nicht gegeben.

Um die Zusammenhänge zwischen Standortbedingungen und der Zuwachsleistung der Obstbäume aufzuklären, wurden beide Informationsquellen genutzt und der Einfluss der Boden-/Bodenwasserverhältnisse untersucht. Die extensiv gepflegten hochstämmigen Obstgehölze konnten die Langzeitwirkung der Standortfaktoren auf die vegetative Leistung deutlicher als einjährige landwirtschaftlichen Kulturen aufzeigen. Die Grund- und Stauwasser beeinflussten Standorte wurden getrennt von den -fernen betrachtet.

Durch die Darstellung der Boden- und Bodenwasserverhältnisse (Bodenarten/ Leitbodenformen) und durch die standortbezogene Analyse der vegetativen Leistung der Gehölze konnten Zusammenhänge von vegetativer Leistung und Standortkriterien besser aufgezeigt werden. Bei der Obstart Apfel, Sorte 'Klarapfel', wurden die höchsten vegetativen Leistungen an lehm- oder sandüberlagerten Ton-Amphigley Böden erreicht. Statistisch gesicherte Unterschiede bestanden zu den Ton- und Ton-Amphigley Böden. Bei den Sorten 'Klarapfel' und 'Schöner aus Boskoop' erreichten die Bäume an den Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten mit Bodenzahlen von 30-79 ausgeglichene vegetative Leistungen. Im Gegensatz zu den Apfelbäumen zeigten die Birnbäume die höchste vegetative Leistung nicht auf den Lehmstandorten sondern auf Tonböden (Ton-Amphigley) mit Bodenzahlen von 38-73. Wuchsdepressionen traten unabhängig von den Leitbodenformen erst bei der Bodenart L 3Al mit Bodenzahlen von 71-79 auf. Als Ursache für die Reaktionen der Birnbäume kommt eine höhere Toleranz der Unterlagen gegenüber Staunässe in Betracht. Holzbirnen (*Pyrus pyraeaster* L.) sind Bestandteil der Hartholzauen (z. B. in den Muldewiesen bei Dessau) und werden jährlich bis in den Stammbereich überschwemmt, ohne

Schaden zu nehmen. Die Verwendung

von Holzbirnensämlingen als Gehölzunterlagen vor 200 Jahren ist durch die Literatur belegt (SCHILLER 1794).

Die Bewertung der vegetativen Leistung der Apfelbäume an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten konnte durch Berücksichtigung der Wechselwirkungen von Niederschlagshöhe, Wasserspeicherfähigkeit und -nachlieferungsvermögen der Böden erfolgen.

Als wertvolle Standorte für den extensiven Obstanbau erwiesen sich die Tieflehm-Fahlerden (Leitbodenform D 4a-1). Sie ermöglichten den Bäumen der Obstart Apfel mit einem breiten Sortenspektrum an Standorten mit Bodenzahlen von 12-50 eine Lebenserwartung von 100 und in einer Allee von mehr als 200 Jahren. Die Wuchsleistung der Bäume erreichte bei dieser Leitbodenform bei den Bodenarten Sl 4D bzw. SL 4D (Bodenzahlen 28-51) die Maximalwerte. Die Wuchsleistungen auf Sand-Rosterden (Leitbodenform D 1a-1) lag bei den Bodenarten S 6D, S 5D und S 4D (Bodenzahlen 12-26) unter den Werten der Tieflehm-Fahlerden. In der Leitbodenform Sand-Rosterde konnten Bäume mit einem Alter von ca. 100 oder 200 Jahren erst an Standorten mit Bodenzahlen über 28 nachgewiesen werden.

Bei der Sorte 'Klarapfel' nahm in einem ca. 40 jährigen Bestand die Wuchsstärke mit der Steigerung der Bodenzahlen von 12 an zu. Die Maximalwerte wurden in dieser Leitbodenform bei Bodenzahlen von 28-51 erreicht. Die Leitbodenform Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde (D 3b-1) nahm eine Zwischenstellung bei der Bewertung der obstbaulichen Eignung ein. Die höchsten vegetativen Leistungen wurden in dieser Leitbodenform bei der Bodenart Sl 3D (Bodenzahlen 35-42) erreicht. Der positive Einfluss dieser Bodenart konnte auch bei den ca. 200 jährigen Bäumen nachgewiesen werden.

Die Bewertung des Verhaltens der Sorten auf einer Klonunterlage bietet den Vorteil, dass eine ungewollte Beeinflussung durch die Unterlagengehölze ausgeschlossen werden kann und die Ergebnisse reproduzierbar sind. Einschränkungen bei der Verallgemeinerung der Ergebnisse leiten sich aus der individuellen Verträglichkeit von Sorte und Unterlage ab. Die Sorten-Unterlagen-Kombination und das Pflegeregime wirken im Komplex auf die Entwicklung der Bäume und wurden als solcher in obstbaulichen Versuchen auf diluvialen Standorten nachgewiesen (SCHWÄRZEL und SCHNEIDER 1996, SCHWÄRZEL und SCHWÄRZEL 1996). Nur aus vergleichenden Versuchsanstellungen mit mehreren Unterlagen und Sorten könnten verallgemeinerungsfähige Rückschlüsse auf das Verhalten der Sorten gezogen werden. Aus Versuchen von GROH und KOCH (1979) ging hervor, dass die Unterlage A2 in der Wuchsstärke dem Sämling gleichzusetzen war bzw. zu stärkerer Wuchsleistungen bei den Kombinationen führte. Unter einheitlichen Bedingungen des Versuchsfeldes bestanden bei Apfelbäumen in Kombination mit der Unterlage A2 Sortenunterschiede in der vegetativen und generativen Leistung. Außerdem unterschieden sich die Einzelbäume innerhalb der Sorten. Die jährliche Zuwachsleistung war von der Ertragsbildung sowie Witterungseinflüssen (Höhe der Niederschläge je Vegetationsperiode sowie Bezugsjahr) abhängig. Diese Aussagen wurden durch Untersuchungen der Zuwachsleistung an den 32 alten Bäumen aus den Alleen und durch die Untersuchungen von ABBASS (1972) bestätigt.

Die Wirkung von Polarwintern konnte in dem Untersuchungszeitraum nicht und die des Dürrestresses anteilig nachgewiesen werden.

Ausgehend von den dendrochronologischen Untersuchungen über einen Zeitraum von mehr als 100 Jahren an extensiv gepflegten, hochstämmigen Obstbäumen, der begleitenden Analyse der Klimaverläufe von 1767-1997, der umfangreichen Bewertung der Boden- und Bodenwasserverhältnisse in 12 Obstalleen und den Ergebnissen der Untersuchungen an Apfelsorten

im Sortengarten konnten Kriterien zur Standort- und Gehölzauswahl bei extensiven Anpflanzungen von hochstämmigen Obstbäumen erarbeitet werden.

Der Erfolg extensiver Obstgehölzpflanzungen wird durch das Zusammenwirken der Standortfaktoren Boden (Boden-/ Bodenwasserverhältnisse), Klima (Temperaturverläufe und Niederschlagsverteilung) und der ökologischen Anbaubreite der Sorten-Unterlagen-Kombination bestimmt.

Eine Grundforderung an die Wahl der Sorten-Unterlagen-Kombinationen ergibt sich aus den periodisch auftretenden Polarwintern. Die hochstämmigen Obstbestände wurden während der vergangenen 200 Jahre mehrmals zu 30-75 % durch Winterfröste vernichtet. Daraus resultiert die Forderung nach Winterfrost harten Sorten-Unterlagen-Kombinationen als Voraussetzung für den extensiven Obstanbau. Bei der Unterlagenwahl sind Winterfrost harte Sämlingspopulationen zu bevorzugen und mit Sorten zu kombinieren, die eine ausreichende Winterfrosthärte aufweisen (SALZER 1984). Von zahlreichen Altsorten der verschiedenen Obstarten ist die Winterfrosthärte bekannt (RUDORF, SCHMIDT und ROMBACH 1942). Experimente mit neuen Sorten sollten nur in geringem Umfang durchgeführt werden, um im Schadensfall nicht ähnlich hohe Verluste wie nach dem Winter 1928/29 beklagen zu müssen. Da die Wuchsstärke und das Ertragsverhalten der Sorten sehr stark variieren, sollten bevorzugt starkwachsende, in den ersten Standjahren wenig fruchtende Sorten verwendet werden, da nur diese den Anspruch an ein langlebiges, landschaftsprägendes Gehölz erfüllen können. Bei der Obstart Apfel sind besonders die starkwachsenden triploiden Sorten hervorzuheben.

Eine wesentliche Bedeutung kommt neben der Wahl der Sorten-Unterlagen-Kombination den Boden- / und Bodenwasserverhältnissen am Standort zu. Die Wasserversorgung der Böden bestimmt in erheblichem Maße die Wachstumsintensität der Gehölze. Tritt das Wasser nicht als Limitfaktor auf, so können Kernobstbäume (Obstarten Apfel und Birne) an Standorten mit Bodenzahlen von 30-79 ausgeglichene Wuchsleistungen erbringen (Grund- bzw. Stauwasser beeinflusste Standorte). Bei der Obstart Apfel werden an sand- und lehmüberlagerten Alluvialstandorten höhere Zuwachsleistungen als an Deckton-Standorten erzielt. Die Obstart Birne erreicht an Deckton-Standorten Zuwachsleistungen, die zum Teil deutlich über denen an sand- und lehmüberlagerten Alluvialstandorten liegen. Wuchsdepressionen treten bei der Obstart Birne erst an den schweren L3 Al Standorten auf.

Die Bedeutung der Leitbodenformen und der Bodenarten (Körnungsarten und Bodenzahlen) tritt an Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten durch die Wechselwirkungen mit den Niederschlägen deutlich hervor. Von den untersuchten Leitbodenformen war unabhängig von der Bodenart des Oberbodens die Tieflehm-Fahlerde für den extensiven Obstanbau die Günstigste. Bei Sand-Rosterden und Bändersand-Rosterden werden Lebenserwartungen der Bäume von 100 Jahren erst an Standorten mit Bodenzahlen von 28-34 und mehr erreicht.

Die Standortwahl sollte aufgrund der Kenntnis der Klimazonen und den damit verbundenen Erwartungswerten für die Niederschläge so erfolgen, dass der nachgewiesene Dürrestress für die Obstbäume möglichst gering bleibt oder diese sich vom Sickerwasser unabhängig entwickeln können. Die anthropogen verursachte Veränderung des Klimas, welche sich auch in einer Erhöhung der niederschlagsarmen Jahre ausdrückt, sollte Berücksichtigung finden.

Aus den Ergebnissen leiten sich die nachfolgend genannten Kriterien zur Standort- und Gehölzauswahl bei extensiven Anpflanzungen von Obstbäumen ab.

Boden/ Klima

- Grund- bzw. Stauwasser beeinflusste Standorte (Grundwasser 10-6 dm unter Flur):
Unabhängig von den Bodenarten der Oberböden besteht eine gute Eignung für Kernobst.
Die Bäume zeigten eine gleichmäßige Entwicklung.
Auf schweren Tonböden traten z. T. geringere Wuchsleistungen auf.
- Grund- bzw. Stauwasser ferne Standorte:
Eine generelle Eignung der Standorte besteht nicht. Die Leitbodenformen und Bodenarten müssen bei extensiven Pflanzungen beachtet werden.
Eine günstige Leitbodenform ist unabhängig von den Bodenarten die Tieflehm-Fahlerde.
Bei den Leitbodenformen Sand-Rosterde und Sand-Braunerde erreichen die Bäume erst an Standorten mit Bodenzahlen größer 28 (Bodenart SI 4D) ausgeglichene Wuchsleistungen.
- Temperatur:
keine Einschränkungen.
- Niederschläge:
Eine generelle Beschränkung auf bestimmte Klimazonen ist nicht notwendig.
Die Beziehungen zwischen den Niederschlägen und dem Wasserspeichervermögen der Böden sind zu beachten (Leitbodenformen und Bodenarten).
- Die Standorte sollten so ausgewählt werden, dass keine mikroklimatische Begünstigung von Schädlingen und Schaderregern auftritt.

Gehölze (Sorten-Unterlagen-Kombinationen)

- Resistenzverhalten:
Die Gehölze müssen über eine ausreichende Resistenz gegenüber Winterkälte und Trockenstress verfügen.
Es sollten nur Sorten mit nachgewiesener Winterfrosthärte und Standort bewährte Unterlagenherkünfte mit guter Kombinationseignung verwendet werden.
- Vitalität und Lebenserwartung:
Bei der Pflanzung sind Sorten mit starker Wuchsleistung und geringer Anfälligkeit gegenüber Schaderregern bevorzugt zu berücksichtigen.
Die Sorten-Unterlagen-Kombinationen sollten eine Lebenserwartung von 120 bis 150 Jahren ermöglichen.

6 Empfehlungen für weitere Untersuchungen

In der Arbeit konnten wesentliche Zusammenhänge zwischen den Standortfaktoren Boden (Boden- und Bodenwasserverhältnisse) und Klima (Temperatur und Niederschlag) auf die Entwicklung von extensiven Obstgehölzen aufgezeigt werden. Ein weiterer Forschungsbedarf leitet sich für die Untersuchung des Einflusses der Sorten auf die Lebenserwartung und die Wuchsleistung in extensiven Gehölzpflanzungen ab. In diesem Zusammenhang sollten auf die Untersuchungen von LENTZSCH (1999) aufbauend nicht nur die Sorten, sondern die Kombination von Sorte und Unterlage bewertet werden. Durch die Kombination von bodenkundlichen, meteorologischen, pomologischen, genetischen und dendrochronologischen Untersuchungen könnten die Auswirkungen der sich verändernden, biotischen und abiotischen Umweltfaktoren bewertet und die Risiken für den

Anbau von extensiven Obstanpflanzungen gemindert werden.

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden wesentliche Einflussfaktoren auf die Entwicklung von hochstämmigen, extensiv gepflegten Obstbäumen untersucht. Die komplexe Wirkung von Klimafaktoren, Boden- und Bodenwasserverhältnissen und Gehölzen erforderte eine sehr breite Datenbasis. Für die Untersuchung des Einflusses der Klimafaktoren Temperatur und Niederschlag auf die Entwicklung der Bäume wurden die Zeitreihen, welche von 1767-1947 für die Wintertemperaturen vorlagen bis 1996 weitergeführt und für die Niederschläge von 1893 bis 1996 in Anlehnung an die Temperaturwerte erarbeitet. Zur Beschreibung der kombinierten Wirkung von Niederschlägen und Temperaturen wurden neue Klimakennziffern definiert und Beziehungen zum Wachstum der Gehölze hergestellt (Bezugsjahr und Klimaindex). Mit Hilfe von dendrochronologischen Untersuchungen an 32 toten hochstämmigen Obstbäumen wurden komplexe Wechselwirkungen von klimatischen Einflüssen, Bodenwasserverhältnissen und dem Resistenzverhalten der Bäume gegenüber Winterkälte analysiert. Für die Untersuchung der Beziehungen zwischen den vegetativen Leistungen der Bäume und den Boden- und Bodenwasserverhältnissen wurden von 2.391 Gehölzstandorten die Bodenarten und die Leitbodenformen aus dem Kartenmaterial der Reichsbodenschätzung und der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung der DDR zugeordnet sowie die Stammumfänge der Bäume gemessen. Das individuelle Verhalten von 33 alten Apfelsorten in der vegetativen und generativen Leistung wurde in einem Sortengarten auf der Unterlage A2 bewertet und Beziehungen zu Witterungserscheinungen während der 12 Standjahre hergestellt.

Die Entwicklung der hochstämmigen, extensiv gepflegten Obstbäume wurde wesentlich von den Klimaverläufen beeinflusst. Die Reaktion der Gehölze auf strenge Winter gestattete die Zuordnung der Lebenszeiträume. Weiterhin konnten niederschlagsabhängige Negativ- und Positivweiserjahre für Gehölze von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten nachgewiesen werden.

Die Gehölze zeigten standortabhängig unterschiedliche Wachstumsintensitäten. Die höchsten Zuwachseleistungen wurden an Grund- bzw. Stauwasser beeinflussten Standorten erzielt. Der Einfluss der Bodenarten an Wasser beeinflussten Standorten zeigte Obstart spezifische Unterschiede. Die Apfelbäume erreichten auf sand- bzw. lehmüberlagerten Tonstandorten höhere Zuwachseleistungen als auf Deckton-Standorten. Bei der Obstart Birne waren die Wuchseleistungen an Tonböden höher als an sand- bzw. lehmüberlagerten Tonstandorten. Wuchsdepressionen traten bei der Obstart Birne erst an schweren L 3Al Standorten auf.

Die Untersuchungen zur Variabilität der vegetativen und generativen Leistung von Apfelbäumen auf der Klonunterlage A2 sind wegen des Unterlageneinflusses, der Pflegemaßnahmen und der geringen Standdauer nicht direkt auf die extensiven Obstbäume mit Sämlingsunterlage übertragbar. Sie zeigten aber wesentliche Ursachen für die individuelle Reaktion der Bäume in der Wuchseleistung und Ertragsbildung auf. Die jährlichen Schwankungen in der Wuchseleistung der Bäume, welche durch die Höhe der Erträge und der Niederschläge beeinflusst wurde, konnten auch bei den dendrochronologischen Untersuchungen der alten Alleebäume nachgewiesen werden.

8 Literaturverzeichnis

ABBASS, A. 1972: Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Stammzuwachs, Ertrag und Witterungsfaktoren bei Kernobst. Diss. Hannover

-
- ÄTHENSTÄDT, H., SCHMADLAK, J. und ZAHN, F. P. 1956: Über die Frostschäden an Obstgehölzunterlagen im Winter 1953/ 1954. Archiv für Gartenbau, IV. Band, Heft 1, 6-66
- BLAICH, U. 1994: Alte Obstsorten und Streuobstbau in Österreich, austria medien service Verlags- und Medienservice Ges. mbH Graz, 57-63
- Deutscher Wetterdienst Potsdam, 1997: Meteorologische Daten der Niederschläge und Temperaturen von 1994-1996
- FEUERHAHN, B. 1998: Pflanzzeiträume in der Allee Zf, Tempelberg Richtung Gölsdorf persönliche Mitteilung, Berlin
- GOLLMICK, F. 1941: Über die Frostschäden im Naumburger Obstanbaugebiet nach dem Polarwinter 1939/ 40. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 23, 279-291
- HELLMANN, G. 1917: Über strenge Winter. Berliner Akademie der Wissenschaften, Berlin
- HEYER, E. 1962: Das Klima des Landes Brandenburg. Abhandlung des meteorologischen und hydrologischen Dienstes der DDR Berlin, 64
- HILKENBÄUMER, F. 1940: Einfluß von Unterlage und Standort auf den Frostscha den an Kernobst im Winter 1939/ 40 in der Baumschule. KÜHN-ARCHIV, 56, 1-24
- HÜSKEN, W. 1994: Dendrochronologische und ökologische Studien an Nadelhölzern im Gebiet der Pragser Dolomiten, Dissertation, Bornträger Verlagsbuchhandlung Berlin/ Stuttgart, 1-141
- KEMMER, E. und STECKEL, W. 1958: Zur Frage der Veränderung von Holzfrostschäden bei Obstgehölzen. Der Züchter 28 Springer-Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg, 237-241
- KÖNIGLICHE LANDESBAUMSCHULE POTSDAM 1823/ 24, 1827/ 28, 1828/ 29, 1842/ 43, 1855/ 56: Verzeichniss von Obst-bäumen und Frucht-Sträuchern
- KRAUSE, L. 1960: Die Frostschäden an Obstgehölzen im Winter 1955/ 1956 und ihre beeinflussenden Faktoren sowie ein Vergleich mit früheren Wintern. KÜHN-ARCHIV, MLU Halle-Wittenberg 74, 448-449
- LENTSCH, P. 1998: Analyse der genetischen Variabilität von Malus Unterlagengehölzen des 18., 19. und 20. Jahrhunderts. ZALF Müncheberg, unveröffentlicht.
- LÜCK, K. 1996: Grundlagen der dendrochronologischen Untersuchungen. persönliche Mitteilung, Landesanstalt für Forstwirtschaft Eberswalde
- PILGER, R. 1951: Vergleichende Untersuchungen über die Abhängigkeit der Jahrringfolge von Holzart, Standort und Klima. Bibliotheca Botanica, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 122 1-83
- RÜBLINGER, B. 1988: Die Entwicklung des Streuobstbaues in Mitteleuropa. In Beiträge zur Naturkunde der Wetterau austria medien service Verlags- und Medienservice Ges. mbH Graz 73-78
- RUDORF, W. SCHMIDT, M. und ROMBACH, R. 1942: Ergebnisse einer Erhebung über die im Winter 1939/ 40 an Obstgehölzen im Großdeutschen Reich aufgetretenen Frostschäden, Gartenbauwissenschaft, 16, 550-708
- SALZER, J. 1984: Frostverträglichkeit der Obstarten. Archiv für Gartenbau, 32, 275-289
- SCHURICHT, W. und SCHWÄRZEL, H. 1998: Analyse der Sortenechtheit zentraler Sortimente und Reiser Muttergärten sowie aktueller Sortenbeschreibungen. unveröffentlicht
- SCHWÄRZEL, H. und SCHWÄRZEL, M. 1999: Erhaltung und multivalente Nutzung obstgenetischer Ressourcen unter landschaftspflegerischen und landschaftsökologischen Gesichtspunkten. Abschlussbericht zum Modellvorhaben. Landesanstalt für Gartenbau Brandenburg
- SCHWÄRZEL, H. und SCHWÄRZEL, M. 1996: Vegetative und generative Leistung Pillnitzer Apfelsorten

auf den Unterlagen 'M26' und 'MM106'. Jahresbericht 1996 der LfG Brandenburg, 37-44

SCHWÄRZEL, H. und SCHNEIDER, U. 1996: Analyse der vegetativen Leistung von Pflaumenbäumen. Jahresbericht 1996 der LfG Brandenburg, 73-76

SCHWEINGRUBER, F. et al. 1991: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 142 (1), 11-17

WAZNY: T. 1990: Aufbau und Anwendung der Dendrochronologie für Eichenholz in Polen. Diss. Hamburg

WILPERT, K. v. 1992: Standortsspezifischer Wasserstress und das Wachstum von Fichten. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 106, 216-230.

Verzeichnis der zitierten Bücher

BECHTLE, A. 1908: Klima, Boden und Obstbau. Verlag der Königlichen Hofbuchdruckerei Trowitzsch & Sohn Frankfurt an der Oder, 312-400

BÖTTNER, J. 1913: Gartenkulturen die Geld einbringen. Verlag von Trowitzsch & Sohn, Frankfurt an der Oder, 238-242

FISCHER, M. 1995: Farbatlas Obstsorten. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, 32-89

FRIEDRICH, G. 1993: Bodenpflege. Handbuch des Obstbaus. Neumann Verlags GmbH, 291-302

GAUCHER, N. 1902: Krankheiten der Obstbäume und Obststräucher. Handbuch der Obstkultur. Verlagsbuchhandlung Paul Parey Berlin, 553-583 und 880-896

GOETHE, R. 1908: Deutscher Obstbau. Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft Berlin, 105-126 und 175-183

GRESSENT, N. 1894: Gressent's einträglicher Obstbau. Verlag von Paul Parey Berlin, 412-414

GROH, W. und KOCH, A. 1979: Arteigene natürliche Kronenentwicklungen, in Kronengestaltende Maßnahmen im Obstbau. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 82- 84

HARZARD, R. 1908: Bodengattungen in Bodenkarten Nordsachsens. Deutscher Obstbau. Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft Berlin, 109

HERRMANN, G. und PLAKOLM, G. 1991: Ökologischer Landbau. Österreichischer Agrarverlag Wien, 13-30

HILKENBÄUMER, F. 1948: Obstbau. Verlag von Paul Parey Berlin, 103-115

ILLUSTRIRTES HANDBUND DER OBSTKUNDE 1864-1875: Verlag von Eugen Ulmer Stuttgart, 8 Bände

KEMMER, E. und SCHULZ, F. 1952: Das Frostproblem im Obstbau. Bayrischer Landwirtschaftsverlag München, 63-81

KNOOP, J. H. 1757: Pomologia Fructolog & Dendrologia. A. Ferwerda en G. Tresling, Boekverkopers Leeuwarden, 2-69

KOLOC, R. 1967: Apfelsorten. Neumann Verlag Radebeul

LAUCHE, W. 1883: Deutsche Pomologie. Verlag von Paul Paray Berlin

LUCAS, E. 1887: Vollständiges Handbuch der Obstkultur. Verlag von Eugen Ulmer Stuttgart, 358-366

MATSCHKE, J. 1992: in Physiologie und Ökologie der Gehölze. Gustav Fischer Verlag Jena, 497-538

MÜLLER, G. 1989: Bodenkunde. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag der DDR. Berlin, 354-365

-
- NEBE, W. 1992: Physiologie und Ökologie der Gehölze. Gustav Fischer Verlag Jena, 547-574
- PETZOLD, H. 1989: Birnensorten, Neumann Verlag Leipzig-Radebeul, 21-28
- POENICKE, W. und SCHMIDT, M. 1950: Deutscher Obstbau. Deutscher Bauernverlag Berlin, 127-38
- RASCH, D. 1983: Einführung in die Biostatistik. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 160-167 und 182-195
- RUBENS, F. 1846: Obstbaumfreund. Hoffmann'sche Verlags-Buchhandlung Stuttgart, 63-66
- SAUERACKER, F. 1901: Der Obstbau. Verlag von A. W. Zickfeldt. Osterwieck/Harz, 58-64
- SCHILLER, M. J. C. 1794: Von Erfordernissen zur Anlegung einer großen Baumschule, Die Baumzucht im Großen. Reprint Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1993, 29-42
- SILBEREISEN, R. 1989: Obstsortenatlas. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., 12-19 und 218
- SPSS 1995: Handbuch SPSS für Windows 6. 1. 3

Kartenmaterial:

- Reichsbodenschätzung
- Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR
- Klimakarte der Länder Brandenburg und Berlin (HEYER 1962)

Verzeichnis der Tabellen

- Tab. 1 Klimazonen des Landes Brandenburg
- Tab. 2 Bodenkundliche Charakterisierung der Standorte von 32 Obstgehölzen
(nach: Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR und Reichsbodenschätzung)
- Tab. 3 Standorte der untersuchten Obstgehölze
- Tab. 4 Kartierungseinheiten, Leitbodenformen und Wasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet der Obstalleen (aus: Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR)
- Tab. 5 Gliederung der Niederschläge innerhalb des Bezugsjahres
- Tab. 6 Mittelwertvergleiche der Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres für 3 Teilzeiträume, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05
- Tab. 7 Kalenderjahre mit einem Klimaindex unter 1,2 mm/ °C
- Tab. 8 Winterhalbjahre mit negativen Gradsummen der Lufttemperatur > 350 °C
- Tab. 9 Erfassungsjahre und -zeiträume von 32 Obstbäumen
und Anzahl von Wintern je Erfassungszeitraum mit negativen Gradsummen über 350 °C
- Tab. 10 Stammumfänge (cm) und mittlere jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang (cm/ Jahr) von 32 Obstbäumen
- Tab. 11 Relative Abweichung zwischen minimalen und maximalen Stammradien (%)
- Tab. 12 Abweichung zwischen erreichter und winterfrosthbereinigter Zuwachsleistung an Stammumfang und Stammquerschnittsfläche (%)
- Tab. 13 Stammquerschnittsflächen, Erfassungsjahre und durchschnittliche Wachstumsintensität von 32 Obstbäumen

Tab. 14 Kartierungseinheiten, Leitbodenformen und Bodenwasserverhältnisse von 2.391

Gehölzstandorten

Tab. 15 Verteilung der Apfelbäume auf die Alleen, fünf häufigste Sorten

Tab. 16 Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Wintergoldparmäne',
getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen

Tab. 17 Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Großer Rheinischer Bohnapfel',
getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen

Tab. 18 Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Roter Eiserapfel',
getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen

Tab. 19 Verteilung der Apfelbäume, Allee: L, Sorte: 'Großer Rheinischer Bohnapfel', getrennt nach
Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen

Tab. 20 Verteilung der Apfelbäume, Allee: R, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser
beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und

Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Tab. 21 Allee: R, Sorte: 'Klarapfel'

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 4 Leitbodenformen, student Newman- Keuls
Test, significance level 0,05

Tab. 22 Verteilung der Apfelbäume, Allee: T, Sorte: 'Schöner aus Boskoop', Grund- bzw.
Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit
Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Tab. 23 Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser fern,
getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren
Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Tab. 24 Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- /
Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen, maximale Stammquerschnittsflächen der Bäume je
Standortkombination

Tab. 25 Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel'

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 9 Bodenarten, student Newman- Keuls Test,
significance level 0,05

Tab. 26 Sorten und Altersstruktur der Apfelbäume in der Allee Zf

Tab. 27 Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zf, Altersstufe 1, Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt
nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren
Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Tab. 28 Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zf, Altersstufe 2, Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt
nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren
Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Tab. 29 Verteilung der Birnbäume auf die Alleen, fünf häufigste Sorten

Tab. 30 Verteilung der Birnbäume, Allee: T, Sorte: 'Gellerts Butterbirne', Grund- bzw. Stauwasser
beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der
mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Tab. 31 Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen, Allee: T, Sorte: 'Gellerts Butterbirne',
student Newman- Keuls Test, significance level 0,05

Tab. 32 Mittlere Stammquerschnittsflächen je Sorte, Allee: Q, alle Sorten

Tab. 33 Verteilung der Birnbäume, Allee: Q, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise',
'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst,

getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination

Tab. 34 Sortenmittelwerte für die Merkmale Stammquerschnittsfläche, Kumulativvertrag und spezifischer Ertrag

Tab. 35 Korrelationskoeffizienten für die Merkmale Stammquerschnittsfläche, Kumulativvertrag und spezifischer Kumulativvertrag

Anlage 1, Tab. 1 Häufigkeitsverteilung der Apfelsorten in den Obstalleen

Anlage 1, Tab. 2 Häufigkeitsverteilung der Birnensorten in den Obstalleen

Anlage 2, Tab. 1 Standort Zaf, Obstart Apfel, Sorte 'Klarapfel',
alle Kombinationspaare der Leitbodenformen und Bodenarten, Mittelwertvergleich der Stammquerschnittsflächen, 18 Kombinationspaare der Bodenwasser- und Bodenverhältnisse, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

Anlage 2, Tab. 2 Allee Q, Obstart Birne, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau'

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 3 Stufen der Leitbodenformen, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

Anlage 2, Tab. 3 Allee Q, Obstart Birne, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau'

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen (cm²) für 9 Stufen der Bodenarten, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

Anlage 2, Tab. 4 Allee Q, Obstart Birne, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau'

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen (cm²) für 15 Kombinationspaare der Leitbodenformen und Bodenarten, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1 Einflussfaktoren und Wechselwirkungen auf die Entwicklung extensiver Obstbäume

Abb. 2 Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres von 1767-1997

Abb. 3 Niederschlagssummen je Kalender- und Bezugsjahr von 1893 bis 1997

Abb. 4 Niederschlagssummen während der Vegetationsperioden bzw. der Bezugsjahre von 1894 bis 1997

Abb. 5 Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres und der Niederschlagssummen während der Vegetationsperioden bzw. der Bezugsjahre von 1894 bis 1997

Abb. 6 Klimaindex zur Beschreibung der kombinierten Wirkung von Winterkälte und Niederschlägen während der nachfolgenden Vegetationsperioden von 1894 bis 1997

Abb. 7 Mittlere jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang von 32 Obstbäumen von 1871-1996

Abb. 8 Durchschnittliches Alter der Bäume bei der Berechnung der mittleren Zuwachsleistung je Kalenderjahr

Abb. 9 Jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang (1/10 mm) von 32 Obstbäumen (gestapelte Linien) in dem Zeitraum von 1871-1997

Abb. 10 Minimaler, maximaler und errechneter mittlerer Stammradius von 32 Obstbäumen

-
- Abb. 11 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes f(3)
Abb. 12 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes c124
Abb. 13 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes c77
Abb. 14 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes A1
Abb. 15 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes
Batzlow 4
Abb. 16 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes
Wilmersdorf 3
Abb. 17 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Baumes Birne 3
Abb. 18 Mittlere jährliche Zuwachsleistungen von Stammradius, Stammumfang und
Stammquerschnittsfläche des Baumes f85
Abb. 19 Vegetative Leistung des Baumes, Birne 3, jährlicher Zuwachs an Stammumfang und
kumulativ für die Merkmale Stammumfang und Stammquerschnittsfläche
Abb. 20 Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der
Lebenszeiträume
Abb. 21 Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der Obstarten
Abb. 22 Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der
Wasserbeeinflussung der Wuchsstandorte
Abb. 23 Mittlere Wachstumsintensität von 32 Obstbäumen, getrennt nach der Wasserbeeinflussung
der Standorte
Abb. 24 Kumulative Zuwachsleistung von 19 Apfelbäumen von Grund- bzw.

Stauwasser fernen Standorten

- Abb. 25 Kumulative Zuwachsleistung von 9 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen
Standorten und der Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des
Vorjahres bis März des Kalenderjahres
Abb. 26 Kumulative Zuwachsleistung von 9 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen
Standorten und der Niederschlagsmengen von April bis Oktober der Kalenderjahre
Abb. 27 kumulative Zuwachsleistung von 3 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen
Standorten und der Niederschlagsmengen von April bis Oktober der Kalenderjahre
Abb. 28 Regressionsgerade für den Zusammenhang zwischen Stammquerschnittsfläche und
Kumulativvertrag
Abb. 29 Regressionsgerade für den Zusammenhang zwischen Stammquerschnittsfläche und
spezifischem Kumulativvertrag
Abb. 30 Kumulativverträge von 33 Apfelsorten auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr) getrennt
nach Einzelbäumen
Abb. 31 Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche und Ertrag eines Apfelbaumes der Sorte
'Coulon Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr)
Abb. 32 Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche und Ertrag eines Apfelbaumes der Sorte
'Landsberger Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr)
Abb. 33 Stammquerschnittsflächen und Erträge von Apfelbäumen der Sorten 'Landsberger Renette'
und 'Coulon Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr) sowie der Niederschläge während
der Vegetationsperiode

Tab. 1 Klimazonen des Landes Brandenburg	8
Tab. 2 Bodenkundliche Charakterisierung der Standorte von 32 Obstgehölzen (nach: Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR und Reichsbodenschätzung)	8
Tab. 3 Standorte der untersuchten Obstgehölze	10
Tab. 4 Kartierungseinheiten, Leitbodenformen und Wasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet der Obstalleen (aus: Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung der DDR)	11
Tab. 5 Gliederung der Niederschläge innerhalb des Bezugsjahres	12
Tab. 6 Mittelwertvergleiche der Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres für 3 Teilzeiträume, student Newman- Keuls Test, significance level 0,05	16
Tab. 7 Kalenderjahre mit einem Klimaindex unter 1,2 mm/ °C	19
Tab. 8 Winterhalbjahre mit negativen Gradsummen der Lufttemperatur > 350 °C	23
Tab. 9 Erfassungsjahre und -zeiträume von 32 Obstbäumen und Anzahl von Wintern je Erfassungszeitraum mit negativen Gradsummen über 350 °C	24
Tab. 10 Stammumfänge (cm) und mittlere jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang (cm/ Jahr) von 32 Obstbäumen	25
Tab. 11 Relative Abweichung zwischen minimalen und maximalen Stammradien (%)	26
Tab. 12 Abweichung zwischen erreichter und winterfrosthaltiger Zuwachsleistung an Stammumfang und Stammquerschnittsfläche (%)	27
Tab. 13 Stammquerschnittsflächen, Erfassungsjahre und durchschnittliche Wachstumsintensität von 32 Obstbäumen	38
Tab. 14 Kartierungseinheiten, Leitbodenformen und Bodenwasserverhältnisse von 2.391 Gehölzstandorten	43
Tab. 15 Verteilung der Apfelbäume auf die Alleen, fünf häufigste Sorten	44
Tab. 16 Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Wintergoldparmäne', getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen	45
Tab. 17 Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Großer Rheinischer Bohnapfel', getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen	45
Tab. 18 Verteilung der Apfelbäume, Allee: A, Sorte: 'Roter Eiserapfel', getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen	46
Tab. 19 Verteilung der Apfelbäume, Allee: L, Sorte: 'Großer Rheinischer Bohnapfel', getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen	46
Tab. 20 Verteilung der Apfelbäume, Allee: R, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination	47
Tab. 21 Allee: R, Sorte: 'Klarapfel' Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 4 Leitbodenformen, student Newman- Keuls Test, significance level 0,05	47
Tab. 22 Verteilung der Apfelbäume, Allee: T, Sorte: 'Schöner aus Boskoop', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination	48
Tab. 23 Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination	48

Tab. 24 Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel', Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen, maximale Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination	49
Tab. 25 Allee: Zaf, Sorte: 'Klarapfel'	50
Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 9 Bodenarten, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05	
Tab. 26 Sorten und Altersstruktur der Apfelbäume in der Allee Zf	51
Tab. 27 Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zf, Altersstufe 1, Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination	52
Tab. 28 Verteilung der Apfelbäume, Allee: Zf, Altersstufe 2, Grund- bzw. Stauwasser fern, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination	52
Tab. 29 Verteilung der Birnbäume auf die Alleen, fünf häufigste Sorten	53
Tab. 30 Verteilung der Birnbäume, Allee: T, Sorte: 'Gellerts Butterbirne', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination	54
Tab. 31 Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen, Allee: T, Sorte: 'Gellerts Butterbirne', student Newman-Keuls Test, significance level 0,05	54
Tab. 32 Mittlere Stammquerschnittsflächen je Sorte, Allee: Q, alle Sorten	55
Tab. 33 Verteilung der Birnbäume, Allee: Q, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau', Grund- bzw. Stauwasser beeinflusst, getrennt nach Boden- / Bodenwasserverhältnissen und Bodenzahlen mit Angabe der mittleren Stammquerschnittsflächen der Bäume je Standortkombination	55
Tab. 34 Sortenmittelwerte für die Merkmale Stammquerschnittsfläche, Kumulativvertrag und spezifischer Ertrag	57
Tab. 35 Korrelationskoeffizienten für die Merkmale Stammquerschnittsfläche, Kumulativvertrag und spezifischer Kumulativvertrag	58
Anlage 1, Tab. 1 Häufigkeitsverteilung der Apfelsorten in den Obstalleen	81
Anlage 1, Tab. 2 Häufigkeitsverteilung der Birnensorten in den Obstalleen	82
Anlage 2, Tab. 1 Standort Zaf, Obstart Apfel, Sorte 'Klarapfel', alle Kombinationspaare der Leitbodenformen und Bodenarten, Mittelwertvergleich der Stammquerschnittsflächen, 18 Kombinationspaare der Bodenwasser- und Bodenverhältnisse, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05	83
Anlage 2, Tab. 2 Allee Q, Obstart Birne, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau'	83
Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 3 Stufen der Leitbodenformen, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05	
Anlage 2, Tab. 3 Allee Q, Obstart Birne, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau'	84
Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen (cm ²) für 9 Stufen der Bodenarten, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05	
Anlage 2, Tab. 4 Allee Q, Obstart Birne, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau'	84
Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen (cm ²) für 15 Kombinationspaare der Leitbodenformen und Bodenarten, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05	

Abb. 1 Einflussfaktoren und Wechselwirkungen auf die Entwicklung extensiver Obstbäume	3
Abb. 2 Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres von 1767-1997	15
Abb. 3 Niederschlagssummen je Kalender- und Bezugsjahr von 1893 bis 1997	16
Abb. 4 Niederschlagssummen während der Vegetationsperioden bzw. der Bezugsjahre von 1894 bis 1997	17
Abb. 5 Summen der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres und der Niederschlagssummen während der Vegetationsperioden bzw. der Bezugsjahre von 1894 bis 1997	18
Abb. 6 Klimaindex zur Beschreibung der kombinierten Wirkung von Winterkälte und Niederschlägen während der nachfolgenden Vegetationsperioden von 1894 bis 1997	19
Abb. 7 Mittlere jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang von 32 Obstbäumen von 1871-1996	20
Abb. 8 Durchschnittliches Alter der Bäume bei der Berechnung der mittleren Zuwachsleistung je Kalenderjahr	21
Abb. 9 Jährliche Zuwachsleistung an Stammumfang (1/10 mm) von 32 Obstbäumen (gestapelte Linien) in dem Zeitraum von 1871-1997	22
Abb. 10 Minimaler, maximaler und errechneter mittlerer Stammradius von 32 Obstbäumen	26
Abb. 11 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes f(3)	29
Abb. 12 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes c124	30
Abb. 13 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes c77	31
Abb. 14 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes A1	31
Abb. 15 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes Batzlow 4	32
Abb. 16 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Apfelbaumes Wilmersdorf 3	33
Abb. 17 Negative Gradsummen und jährliche Zuwachsleistung des Baumes Birne 3	33
Abb. 18 Mittlere jährliche Zuwachsleistungen von Stammradius, Stammumfang und Stammquerschnittsfläche des Baumes f85	34
Abb. 19 Vegetative Leistung des Baumes, Birne 3, jährlicher Zuwachs an Stammumfang und kumulativ für die Merkmale Stammumfang und Stammquerschnittsfläche	35
Abb. 20 Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der Lebenszeiträume	36
Abb. 21 Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der Obstarten	36
Abb. 22 Kumulative Zuwachsleistung von 32 Obstbäumen unter Berücksichtigung der Wasserbeeinflussung der Wuchsstandorte	37
Abb. 23 Mittlere Wachstumsintensität von 32 Obstbäumen, getrennt nach der Wasserbeeinflussung der Standorte	39
Abb. 24 Kumulative Zuwachsleistung von 19 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten	40
Abb. 25 Kumulative Zuwachsleistung von 9 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten und der Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur von November des Vorjahres bis März des Kalenderjahres	40
Abb. 26 Kumulative Zuwachsleistung von 9 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten und der Niederschlagsmengen von April bis Oktober der Kalenderjahre	41

Abb. 27 kumulative Zuwachsleistung von 3 Apfelbäumen von Grund- bzw. Stauwasser fernen Standorten und der Niederschlagsmengen von April bis Oktober der Kalenderjahre	42
Abb. 28 Regressionsgerade für den Zusammenhang zwischen Stammquerschnittsfläche und Kumulativvertrag	58
Abb. 29 Regressionsgerade für den Zusammenhang zwischen Stammquerschnittsfläche und spezifischem Kumulativvertrag	59
Abb. 30 Kumulativverträge von 33 Apfelsorten auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr) getrennt nach Einzelbäumen	60
Abb. 31 Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche und Ertrag eines Apfelbaumes der Sorte 'Coulon Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr)	61
Abb. 32 Zuwachsleistung an Stammquerschnittsfläche und Ertrag eines Apfelbaumes der Sorte 'Landsberger Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr)	62
Abb. 33 Stammquerschnittsflächen und Erträge von Apfelbäumen der Sorten 'Landsberger Renette' und 'Coulon Renette' auf der Unterlage A2 (1. bis 12. Standjahr) sowie der Niederschläge während der Vegetationsperiode	63

Verzeichnis der Abkürzungen

Standortschlüssel der Alleen

Alleen	Schlüssel	Alleen	Schlüssel
Müncheberg-Trebnitz, Gemarkung Müncheberg	A	Gorgast-Golzow	T
Müncheberg-Trebnitz, Gemarkung Trebnitz	A 2	Neurosenthal-Letschin	X
Seelow-Werbig	L	Steinhöfel-Fürstenwalde	Zaf
Zechin-Golzow	Q	Müncheberg-Tempelberg	Zc
Golzow-Genschmar	R	Müncheberg-Eggersdorf	Zd
Genschmar-Gorgast	S	Gölsdorf-Tempelberg	Zf

Bodenarten der Bodenschätzung (nach MÜLLER 1989)

Bodenart	Symbol	% abschlämmbare Teile
Sand	S	bis 10
anlehmiger Sand	Sl	10-13
lehmiger Sand	LS	14-18
stark lehmiger Sand	SL	19-13
sandiger Lehm	SL	24-29
Lehm	L	30-44
schwerer Lehm	LT	45-60
Ton	T	über 60

geologische Entstehung der Böden (nach MÜLLER 1989)

Mo : Niedermoorstandorte

D : diluviale Standorte, eiszeitliche Entstehung
Al : alluviale Standorte, durch Flussablagerungen entstanden

sonstige:

A2 : starkwachsende Gehölzunterlage der Obstart Apfel
SUK : Sorten-Unterlagen-Kombination

Berechnung der Kreisflächen:

Kreisfläche : $A = \frac{1}{4} * u^2 / \pi$

Kreisringfläche : $A = \pi * (r_a^2 - r_i^2)$, mit $r_a = r_1 + \dots + r_{n+1}$ und $r_i = r_1 + \dots + r_n$

r : Radius
u : Umfang
A : Flächen
 π : mathematische Konstante (3,14159...)

Statistische Berechnungen:

mean : Arithmetischer Mittelwert
r : Korrelationskoeffizient
 r^2 : Bestimmtheitsmaß
p : Irrtumswahrscheinlichkeit bei statistischen Berechnungen

Bezugsjahr : Zeitspanne vom 01.11. des Vorjahres bis zum 31.10. des
Kalenderjahres

Vegetationsruhe : Teilzeitspanne des Bezugsjahres vom 01.11. des Vorjahres bis zum 31.
03. des Kalenderjahres

Vegetationsperiode : Teilzeitspanne des Bezugsjahres vom 01.04. bis zum 31. 10. des
Kalenderjahres

Klimaindex : Kennziffer zur Beschreibung der Witterungsverläufe,
definiert als Quotient aus den Niederschlägen der Vegetationsperiode
und der negativen Gradsumme des vorangegangenen Winterhalbjahres
(mm/ °C)

Erfassungsjahre : bei dendrochronologischen Untersuchungen von Stammquerschnitten
durch Auszählung erfasste Jahresanzahl, überwiegend nicht identisch
mit der Anzahl der Lebensjahre des Baumes. Die Anzahl der Erfassungsjahre
kann durch die Veredlung und baumschulische Anzucht 2 bis 4 Jahre

über der Anzahl der Lebensjahre liegen

spezifischer Kumulativvertrag: Kennziffer zur Beschreibung der Gesamtleistung der Bäume,
definiert als Quotient aus der kumulierten Ertragsleistung aller
Standjahre und der gesamten Stammquerschnittsfläche

Anlage 1

Anlage 1, Tab. 1 Häufigkeitsverteilung der Apfelsorten in den Obstalleen

Alleen														
Nr.	Sorten	A	A 2	L	Q	R	S	T	X	Zaf	Zc	Zd	Zf	ge- samt
1	Adersleber Kalvill I	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3	7
2	Adersleber Kalvill II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
3	Alter Hannoveraner	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	Antonowka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5	Apfel aus Croncels	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3
6	Apfel aus Lanow	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	18
7	Auralia	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
8	Baummanns Renette	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	8
9	Biesterfelder Renette	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10	Brettacher	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
11	Cellini	5	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	14
12	Charlamowsky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
13	Cox Orangenrenette	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
14	Damason Renette	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	7
15	Dietzer Goldrenette	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
16	Doberaner Renette	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
17	Edelborsdorfer	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	Englischer Prahrambour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
19	Geflammtter Kardinal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
20	Gelbe Sächsische Renette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
21	Gelber Edelapfel	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	8
22	Gelber Herbstkalvill	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
23	Gelber Richard	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	Gestreifter Beaufin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
25	Golden Delicious	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9
26	Goldrenette	1	7	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	13
27	Goldrenette Fr. v. Berlepsch	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
28	Goldrenette von Blenheim	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5
29	Graue Renette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
30	Gravensteiner	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31	Großer Rh. Bohnapfel	23	9	61	0	9	28	0	0	7	11	2	3	153
32	Großer Schmandapfel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
33	Grüner Fürstenapfel	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
34	Grüner Winterstettiner	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
35	Halberstädter Jungfernapfel	0	0	0	0	14	30	0	0	0	0	0	0	44
36	Harberts Renette	0	0	0	1	0	0	0	9	0	0	0	1	11
37	Hausmütterchen	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
38	Jägers Renette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
39	Jakob Fischer	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3
40	Jakob Lebel	0	0	0	0	27	1	0	1	0	0	0	0	29
41	James Grieve	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7
42	Jonathan	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
43	Kaiser Alexander	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
44	Kaiser Wilhelm	1	0	1	1	0	8	32	0	0	8	1	5	57
45	Kanadarenette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
46	Karmeliter Renette	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
47	Klarapfel	0	0	0	0	130	1	0	57	182	0	0	0	370
48	Landberger Renette	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	4
49	Lanes Prinz Albert	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
50	Ontarioapfel	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33
51	Peasgoods Goldrenette	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
52	Peter Strupp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
53	Prinzenapfel	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	2	0	10
54	Purpurroter Agatapfel	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
55	Rambour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
56	Ribston Pepping	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

57	Riesenboikenapfel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
58	Roter Eiserapfel	40	0	0	0	0	0	0	39	0	0	4	17	100
59	Roter Jungfernapfel	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
60	Roter Winterstettiner	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
61	Roter Wintertaubenapfel	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	13
62	Rotgestreifte g. Schafsnase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Nr.	Sorten	A	A 2	L	Q	R	S	T	X	Zaf	Zc	Zd	Zf	ge- samt
63	Rötlich punktierte Renette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
64	Safranapfel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
65	Schöner aus Nordhausen	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
66	Schöner aus Pontoise	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
67	Schöner von Boskoop	1	0	1	0	0	0	65	0	0	1	0	2	70
68	Schweizer Renette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
69	Strauwalds Goldparmäne	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
70	Streifling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
71	Süße Goldrenette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
72	Süßer Streifling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
73	Taubenapfel	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
74	unbekannt	6	14	17	2	3	7	10	3	0	21	19	9	111
75	Unbe. Tempelberger Weg	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	5
76	Unbe. Trebnitzer Weg	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	6	21
77	Unterlage	2	1	0	0	0	0	0	0	0	15	0	4	22
78	Wintergoldparmäne	76	37	49	0	0	8	22	0	0	52	37	7	288
79	Wintertaubenapfel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
80	Zigeunerin	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	Gesamtergebnis	223	68	130	4	226	104	145	131	189	122	87	109	1538

Anlage 1, Tab. 2 Häufigkeitsverteilung der Birnensorten in den Obstalleen

Allelen										
Nr.	Sorten	A	Q	S	T	X	Zc	Zd	Zf	gesamt
1	Alexander Lucas	0	0	0	8	0	0	0	0	8
2	Andenken an den Kongreß	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3	Boscs Flaschenbirne	0	0	0	0	38	0	0	0	38
4	Clapps Liebling	0	0	0	0	2	0	10	0	12
5	Frühe von Trevoux	0	40	0	0	0	0	0	0	40
6	Gellerts Butterbirne	0	15	2	144	31	0	5	0	197
7	Gräfin von Paris	0	0	0	0	6	0	0	0	6
8	Graue Herbstbergamotte	0	0	10	0	0	0	0	0	10
9	Gute Luise	2	108	0	0	0	0	0	0	110
10	Konferenz	0	32	0	0	1	0	0	0	33
11	Köstliche von Charnau	0	8	0	9	36	0	0	0	53
12	Marianne	0	1	66	0	0	0	0	0	67
13	Mostbirne	0	0	0	0	1	0	0	0	1
14	Neue Poiteau	0	31	31	0	0	0	1	0	63
15	Nordhäuser Winterforelle	0	0	0	0	1	0	0	0	1
16	Pastorenbirne	0	0	0	0	1	0	0	0	1
17	Präsident Drouard	0	0	17	0	9	0	0	0	26
18	Rote Bergamotte	0	0	2	0	0	0	0	0	2
19	unbekannt	4	17	4	1	13	1	31	1	72
20	Wildling	5	3	3	1	6	0	1	1	20
22	Williams Christbirne	0	19	0	18	2	0	2	0	41
	Gesamtergebnis	11	274	135	182	147	1	50	2	802

Anlage 2

Anlage 2, Tab. 1 Standort Zaf, Obstapfel, Sorte 'Klarapfel'

alle Kombinationspaare der Leitbodenformen und Bodenarten, Mittelwertvergleich der Stammquerschnittsflächen, 18 Kombinationspaare der Leitbodenformen und Bodenarten, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

Stammquerschnittsflächen und Kombinationspaare																				
Leitbodenform/ Bodenzahlen (Bodenarten und Zustandsstufen)	mean in cm²	Gruppe	1	7	13	2	18	3	16	12	15	11	14	8	4	5	9	6	17	10
D 1a-1 Sand-Rosterde 15-12 (S 6D)	175,5	1																		
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde 26-21 (S 4D)	213,6	7																		
D 4a-1 Tieflehm-Fahlerde 20-16 (S 5 D)	215,5	13																		
D 1a-1 Sand-Rosterde 20-16 (S 5 D)	254,6	2																		
D 4a-1 Tieflehm-Fahlerde 50-44 (IS 3D)	276,8	18																		
D 1a-1 Sand-Rosterde 26-21 (S 4D)	281,3	3																		
D 4a-1 Tieflehm-Fahlerde 33-27 (S 3D)	286,8	16																		
D 4a-1 Tieflehm-Fahlerde 15-12 (S 6D)	338,4	12																		
D 4a-1 Tieflehm-Fahlerde 26-21 (S 4D)	352,3	15																		
D 3b-1 Tieflehm-Fahlerde mit Sand-Braungley 42-35 (SI 3D) **	353,9	11		*	*															
D 4a-1 Tieflehm-Fahlerde 21-17 (SI 6D)	378,7	14																		
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde 34-28 (SI 4D)	411,5	8		*	*		*													
D 1a-1 Sand-Rosterde 42-35 (SI 3D)	421,8	4					*													
D 1a-1 Sand-Rosterde 43-37 (IS 4D)	447,4	5		*	*															
D 3a-1 Sand-Braunerde und Tieflehm-Fahlerde 42-35 (SI 3D)	471,8	9		*	*		*													
D 1a-1 Sand-Rosterde 50-44 (IS 3D)	483,9	6																		
D 4a-1 Tieflehm-Fahlerde 34-28 (SI 4D)	493,6	17		*	*	*	*	*	*		*									
D 3b-1 Tieflehm-Fahlerde mit Sand-Braungley 43-37 (IS 4D) **	531,4	10		*	*	*	*													

*: signifikante Unterschiede

**: keine eindeutige Zuordnung der Bodenwasserverhältnisse am Gehölzstandort möglich

Anlage 2, Tab. 2 Allee Q, Obstart Birne, Sorten: 'Gellerts Butterbirne', 'Gute Luise', 'Konferenzbirne', 'Köstliche von Charneu', 'Neue Poiteau'

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen für 3 Stufen der Leitbodenformen, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

Stammquerschnittsflächen und Leitbodenformen					
Leitbodenformen	mean in cm ²	Gruppe	2	1	3
Al 2b-3 Lehmkerf-Amphigley	519,3	2			
Al 2a-2 Decklehm-Gley	568,3	1			
Al 2b-4 Ton-Amphigley	732,9	3	*	*	

*: signifikante Unterschiede

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen (cm²) für 9 Stufen der Bodenarten, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

*: signifikante Unterschiede

Mittelwertvergleiche der Stammquerschnittsflächen (cm²) für 15 Kombinationspaare der Leitbodenformen und Bodenarten, student Newman-Keuls Test, significance level 0,05

[illegible]

*: signifikante Unterschiede

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt wurde und bisher weder in Teilen noch als Ganzes einem Promotionsverfahren zu Grunde lag.

Müncheberg, den 07. 07. 2000

Hilmar Schwärzel

Danksagung

Für die Vergabe des Themas und die gewährte Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit möchte ich mich bei Herrn Prof. H. Jesch Humboldt-Universität zu Berlin bedanken.

Mein Dank für die zahlreichen Hinweise und kritischen Anmerkungen gilt weiterhin den Herren Prof. E. Thomas, Potsdam, Dr. W. Schuricht, Jena und Prof. V. Rudolph, Berlin.

Untersuchungen zu Kriterien der Standort- und Gehölzauswahl bei extensiven Anpflanzungen von Obstbäumen

Diplom-Gartenbauingenieur Hilmar Schwärzel
Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät
der Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Gartenbauwissenschaften
Fachgebiet Vermehrungstechnologie/ Baumschulwesen

86 Seiten

33 Abbildungen

43 Tabellen

60 Literaturquellen

In der vorliegenden Arbeit wurden wesentliche Einflussfaktoren auf die Entwicklung von hochstämmigen, extensiv gepflegten Obstbäumen untersucht.

Der direkte Einfluss von Klimafaktoren auf die Entwicklung der Gehölze konnte nachgewiesen werden. Dazu wurden neue Klimakennziffern definiert und durch dendrochronologische Untersuchungen Beziehungen zum Wachstum der Gehölze hergestellt. Weiterhin konnten komplexe Wechselwirkungen von klimatischen Einflüssen, Bodenwasserverhältnissen und dem Resistenzverhalten der Bäume gegenüber Winterkälte aufgezeigt werden. Für die hochstämmigen Obstbäume wurden in dem Zeitraum von mehr als 120 Jahren klima- und standortabhängige Negativ- und Positivweisejahre aufgezeigt.

Die Beziehungen zwischen den vegetativen Leistungen der Bäume und den Boden- und Bodenwasserverhältnissen wurden untersucht und Zusammenhänge dargestellt.

Das individuelle Verhalten von alten Apfelsorten in der vegetativen und generativen Leistung wurde auf einer starkwachsenden Klonunterlage untersucht. Eine Abhängigkeit der Zuwachsleistung der Bäume von den verwendeten Sorten, der Ertragsbildung und von den Witterungserscheinungen wurde nachgewiesen.